Transportation Safety Board of Canada
Bureau de la sécurité des transports du Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A17Q0030

COLLISION EN VOL

Cargair Ltée, Cessna 152 (C-GPNP)
et
Cargair Ltée, Cessna 152 (C-FGOI)
Aéroport Montréal/St-Hubert (Québec), 1,7 nm ESE
17 mars 2017

Canada

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 2. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca.

CONDITIONS D'UTILISATION

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent site Web, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent site Web (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des enquêtes du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A17Q0030* (publié le 5 septembre 2018).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@tsb.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2018

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A17Q0030

Cat. No. TU3-5/17-0030F-PDF
ISBN 978-0-660-27501-7

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ
DU TRANSPORT AÉRIEN A17Q0030

COLLISION EN VOL

Cargair Ltée, Cessna 152 (C-GPNP)
et
Cargair Ltée, Cessna 152 (C-FGOI)
Aéroport Montréal/St-Hubert (Québec), 1,7 nm ESE
17 mars 2017

Sommaire

La présente enquête a porté sur une collision en vol entre 2 aéronefs de type Cessna 152 (immatriculés C-GPNP et C-FGOI) survenue le 17 mars 2017 à 1,7 mille marin à l'est-sud-est de l'aéroport Montréal/Saint-Hubert (CYHU) (Québec). Le pilote du C-GPNP de Cargair Ltée suivait une formation en aviation commerciale et rentrait à CYHU à la fin d'un vol d'entraînement en solo dans une zone d'entraînement locale. Un élève-pilote de Cargair Ltée était aux commandes du C-FGOI, qui avait décollé de CYHU pour effectuer un vol d'entraînement en solo dans une zone d'entraînement locale. À 12 h 38 min, heure avancée de l'Est, les 2 aéronefs sont entrés en collision à 1500 pieds au-dessus du niveau de la mer. Le C-GPNP a été lourdement endommagé, et le pilote a été grièvement blessé. Le C-FGOI a été détruit, et l'élève-pilote a été mortellement blessé.

Les 2 pilotes effectuaient des vols selon les règles de vol à vue dans un espace aérien contrôlé, et le contrôle de la circulation aérienne avait transmis une restriction d'altitude aux 2 aéronefs : le C-GPNP avait reçu l'instruction de maintenir une altitude « pas plus bas que 1600 pieds », et le C-FGOI, de maintenir une altitude « pas plus haut que 1100 pieds ». Les assiettes relatives des 2 aéronefs laissent croire que lorsque le pilote du C-GPNP s'est rendu compte de l'imminence d'une collision avec le C-FGOI qui approchait sur sa gauche, il a viré vers la droite pour essayer de l'éviter. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'a aperçu l'autre aéronef à temps pour éviter une collision en vol, en partie à cause des limites inhérentes au principe voir et éviter.

L'enquête a permis de déterminer que le nombre d'activités menées à CYHU et leur diversité accroissent la complexité de la charge de travail des contrôleurs de la circulation aérienne. Les divers niveaux de compétences de vol et linguistiques des élèves-pilotes des

4 écoles de pilotage qui exercent leurs activités à CYHU complexifient encore davantage le travail des contrôleurs. En outre, les aéronefs en parcours de rapprochement et en parcours d'éloignement doivent suivre les routes des vols selon les règles de vol à vue (VFR) indiquées sur les cartes de régions terminales VFR. Par conséquent, des pilotes ayant peu d'expérience volant en mode VFR convergent avec un espacement d'altitude de 500 pieds.

En 2008, l'Organisation de l'aviation civile internationale a adopté des normes de compétences linguistiques propres à l'aviation pour s'assurer que les équipages de conduite et les contrôleurs maîtrisent la prononciation et la compréhension des communications aéronautiques par radiotéléphonie en anglais – langue d'usage des communications d'aviation entre aéronefs et contrôleurs partout dans le monde. En réponse, Transports Canada (TC) a modifié le *Règlement de l'aviation canadien* pour y ajouter une disposition sur les compétences linguistiques selon laquelle les candidats doivent démontrer leur aptitude à parler et à comprendre le français ou l'anglais, ou les deux, au niveau fonctionnel ou expert, avant d'obtenir une licence de pilote.

L'enquête a permis de déterminer que la surveillance réglementaire du test de compétences linguistiques pour l'aviation (TCLA) se limite à des vérifications administratives. En raison de la surveillance réglementaire limitée, il est impossible de déterminer si, et dans quelle mesure, les examinateurs autorisés font passer le TCLA de manière à en assurer la validité, la fiabilité et la normalisation à l'échelle nationale.

À la suite de cet accident, TC a émis une Alerte à la sécurité de l'Aviation civile concernant les risques associés aux vols en solo réalisés par des élèves-pilotes alors qu'ils ne possèdent pas encore le niveau fonctionnel du test de compétences linguistiques pour l'aviation.

Table des matières

1.0 Renseignements de base 1
1.1 Déroulement du vol 1
1.2 Tués et blessés 4
1.3 Dommages à l'aéronef 4
1.3.1 C-GPNP 4
1.3.2 C-FGOI 4
1.4 Autres dommages 5
1.4.1 Emplacement de l'épave du C-GPNP 5
1.4.2 Emplacement de l'épave du C-FGOI 5
1.5 Renseignements sur le personnel 5
1.5.1 Pilote du C-GPNP 5
1.5.1.1 Expérience de vol préalable 6
1.5.2 Élève-pilote du C-FGOI 6
1.5.2.1 Expérience de vol préalable 6
1.5.3 Contrôleur aérien de la tour de St-Hubert 7
1.6 Renseignements sur l'aéronef 7
1.6.1 C-GPNP 8
1.6.1.1 Bouton de microphone 8
1.6.2 C-FGOI 9
1.7 Renseignements météorologiques 9
1.8 Aides à la navigation 9
1.8.1 Carte de procédures terminales selon les règles de vol à vue 9
1.9 Communications 10
1.9.1 Réécoute et relecture 10
1.10 Renseignements sur l'aérodrome 11
1.11 Enregistreurs de bord 12
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact 12
1.12.1 Généralités 12
1.12.2 Lieu de l'accident 13
1.12.2.1 C-GPNP 13
1.12.2.2 C-FGOI 13
1.12.3 Examen en laboratoire 14
1.12.3.1 C-GPNP 14
1.12.3.2 C-FGOI 16
1.12.3.3 Chronologie de la collision 17
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques 18
1.14 Incendie 18
1.15 Questions relatives à la survie des occupants 18
1.15.1 Pilote du C-GPNP 18
1.15.2 Élève-pilote du C-FGOI 18

1.15.3 Radiobalises de repérage d'urgence 19
1.16 Essais et recherche 19
1.16.1 Rapports de laboratoire du BST 19
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion 20
1.17.1 Cargair 20
1.17.1.1 Autorisation et supervision des vols en solo 20
1.17.1.2 Système de gestion de la sécurité 21
1.17.2 NAV CANADA 21
1.17.2.1 Espace aérien 21
1.17.2.2 Espacement des aéronefs 23
1.17.3 Tour de St-Hubert 25
1.17.3.1 Effectif 25
1.17.3.2 Charge de travail 26
1.18 Renseignements supplémentaires 27
1.18.1 Limites du principe voir et éviter 27
1.18.1.1 Temps de réaction 29
1.18.2 Systèmes anticollision embarqués 29
1.18.3 Compétences linguistiques requises pour la délivrance d'une licence 31
1.18.3.1 Organisation de l'aviation civile internationale 31
1.18.3.2 Règlement de l'aviation canadien 32
1.18.3.3 Vérification des compétences linguistiques pour l'aviation par Transports Canada 32
1.18.3.4 Programme de formation aux compétences linguistiques de Cargair 34
1.18.3.5 Contexte opérationnel à l'aéroport Montréal/St-Hubert 34
1.18.4 Normes de test en vol de Transports Canada 35
1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces 35

2.0 Analyse 36

2.1 Collision entre le C-GPNP et le C-FGOI 36
2.2 Espace aérien de Saint-Hubert 37
2.3 Tour de St-Hubert 38
2.3.1 Effectif et charge de travail 38
2.3.2 Communication de contrôle de la circulation aérienne 38
2.3.3 Renseignements sur la circulation aérienne 39
2.4 Compétences linguistiques pour l'aviation 39
2.4.1 Vérification des compétences linguistiques par Transports Canada 39
2.4.2 Surveillance du test de compétences linguistiques 40
2.4.3 Fournisseur de services de tests de compétences linguistiques 40
2.4.4 Données de vol 41
2.5 Le principe voir et éviter 41
2.5.1 Le principe voir et éviter alerté 41
2.5.2 Temps de réaction 42
2.5.3 Limites du principe voir et éviter 42
2.6 Systèmes anticollision embarqués 42

3.0 Faits établis 43

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs 43

3.2 Faits établis quant aux risques 43

3.3 Autres faits établis 44

4.0 Mesures de sécurité 45

4.1 Mesures de sécurité prises 45

4.1.1 Transports Canada 45

Annexes 47

Annexe A – Échelle de compétence linguistique : Niveaux expert, fonctionnel et inférieur au niveau fonctionnel 47

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A17Q0030

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le matin du 17 mars 2017, un Cessna 152 (immatriculé C-GPNP) exploité par Cargair Ltée (Cargair) devait effectuer 2 vols d'entraînement à partir de l'aéroport Montréal/St-Hubert (CYHU) (Québec). Cargair a annulé le premier des 2 vols à cause d'un problème signalé avec le système de radiocommunication de l'aéronef. Le personnel de maintenance a remplacé le système de radionavigation/radiocommunications (NAV/COM) à très haute fréquence (VHF), puis l'aéronef a été autorisé à voler.

Le pilote du C-GPNP est arrivé à Cargair vers 10 h 30[1] pour se préparer en vue du dernier vol prévu, qui devait se dérouler en solo selon les règles de vol à vue (VFR) vers une zone d'entraînement locale. Rendu sur place, le pilote devait répéter les exercices en prévision du test en vol pour obtenir une licence de pilote professionnel. À 11 h 18, le pilote a annoncé au régulateur des vols de Cargair qu'il quittait l'aire de trafic; à 11 h 21 min 8 s, il a communiqué avec le contrôleur sol pour obtenir des instructions de circulation au sol et a demandé un départ vers l'est. Plusieurs communications radio avaient lieu à ce moment, et le contrôleur sol a communiqué, en français, « plusieurs appels en même temps ... euh ... terminé[2] ».
À 11 h 22 min 34 s, après une période de silence sur la fréquence, le pilote a communiqué une 2e fois avec le contrôle sol; il a reçu l'instruction de circuler vers la piste 24L, ce qu'il a fait.

À 11 h 28 min 50 s, le contrôleur aérien a autorisé le décollage vers l'est du C-GPNP, avec une restriction d'altitude n'excédant pas 2000 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). À 11 h 34 min 40 s, alors qu'il était en vol à environ 5 milles marins (nm) à l'est de CYHU, le pilote a été autorisé de syntoniser la fréquence en route. Le pilote a accusé réception de l'autorisation 4 secondes plus tard, et le vol s'est poursuivi sans incident pendant les 56 minutes suivantes.

Vers 11 h 30, un élève-pilote est arrivé à Cargair pour se préparer en vue d'un vol en solo VFR prévu vers une zone d'entraînement locale sur un autre Cessna 152 de Cargair (immatriculé C-FGOI). Le pilote devait répéter les exercices en prévision du test en vol pour obtenir une licence de pilote privé.

À 12 h 22, l'élève-pilote du C-FGOI a annoncé au régulateur des vols de Cargair qu'il quittait l'aire de trafic. Il a ensuite communiqué avec le contrôle sol à 12 h 27 min 22 s pour obtenir des instructions de circulation au sol, et a demandé un départ vers l'est. Environ 20 secondes plus

---

1 Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

2 La source de toutes les citations extraites des transmissions radio figurant dans le présent rapport est NAV CANADA, enregistrement audio de la fréquence tour, aéroport de Saint-Hubert.

tard, le contrôleur sol a transmis les instructions de circulation au sol au C-FGOI, et l'élève-pilote a demandé au contrôleur de les répéter. L'élève-pilote a accusé réception des instructions répétées, puis a circulé jusqu'à la piste 24L.

À 12 h 30 min 53 s, tandis que le pilote du C-GPNP revenait de la zone d'entraînement, il a tenté à 3 reprises de communiquer avec la tour. Ses 2 premières transmissions sont demeurées sans réponse et n'ont pas été enregistrées par le système audio du contrôle de la circulation aérienne (ATC). Lorsque le contrôleur aérien a accusé réception de sa 3e transmission, le pilote du C-GPNP a demandé l'autorisation de rentrer à CYHU. À 12 h 31 min 6 s, le contrôleur aérien a autorisé le C-GPNP à effectuer une approche vent arrière de la piste 24L en venant de la gauche, avec une restriction d'altitude de pas plus bas que 1600 pieds ASL. Le pilote a accusé réception de cette instruction 9 secondes plus tard, alors que le C-GPNP se trouvait à environ 11,5 nm au sud-est de l'aéroport, en répétant [traduction] « pas plus bas qu'un point six ».

À 12 h 34 min 35 s, l'élève-pilote aux commandes du C-FGOI a communiqué avec la tour pour annoncer qu'il était prêt à décoller. Le contrôleur aérien a tout d'abord donné instruction au C-FGOI de s'aligner sur la piste 24L, puis de [traduction] « faire un virage à gauche vers l'est, pas plus haut que mille cent pieds, un point un, autorisé à décoller piste deux quatre gauche ». Au moment où l'élève-pilote du C-FGOI relisait l'autorisation, disant en partie [traduction] « pas plus haut que mille », la tour a communiqué avec un autre aéronef, interrompant la transmission du C-FGOI.

Le C-GPNP est entré dans la zone de contrôle en provenance du sud-est à 12 h 36, à 2000 pieds ASL et à environ 5 nm de CYHU. Au même moment, le C-FGOI occupait toujours la piste et se préparait à décoller.

À 12 h 36 min 18 s, tandis que le C-GPNP se trouvait à environ 4,5 nm au sud-est, en rapprochement vers CYHU, le C-FGOI avait décollé de la piste 24L et franchissait 800 pieds ASL en montée. Quatorze secondes plus tard, le C-FGOI a atteint son altitude assignée de 1100 pieds ASL. Environ 4,3 nm séparaient le C-GPNP du C-FGOI.

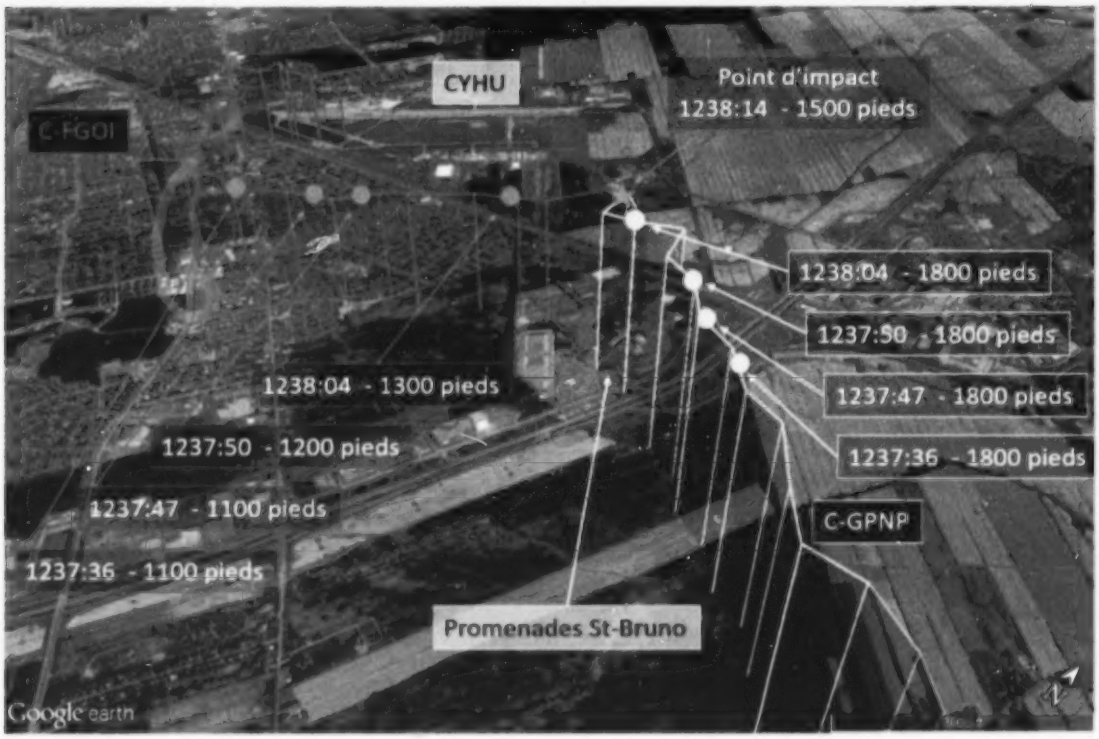
À 12 h 37 min 36 s, le contrôleur aérien a transmis au C-GPNP des renseignements sur le trafic[3] du C-FGOI[4]. Environ 1,8 nm séparait alors les 2 aéronefs; le C-GPNP était en rapprochement venant du sud-est à 1800 pieds ASL, tandis que le C-FGOI volait à 1100 pieds ASL sur un cap est-nord-est (figure 1). Au bout de 11 secondes sans accusé de réception de la part du C-GPNP concernant les renseignements sur le trafic, le contrôleur a répété sa transmission. La distance séparant les 2 aéronefs n'était plus que de 1,3 nm; l'affichage radar montrait le C-GPNP à 1800 pieds ASL, et le C-FGOI, à 1100 pieds ASL.

---

3 Les renseignements sur le trafic sont des « renseignements émis pour aviser les pilotes sur les aéronefs connus ou observés, pouvant se trouver à une proximité de leur position ou de leur route projetée, telle qu'il importe de les en informer ». (Source : NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour* [31 août 2016], Glossaire.)

4 [Traduction] « Papa November Papa, assurez-vous de maintenir mille six cents pieds; trafic 10 heures, 1 mille, Cessna en direction est, mille cent pieds. »

Figure 1. Trajectoires de vol du C-FGOI et du C-GPNP (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



À 12 h 38 min 4 s, le contrôleur aérien a de nouveau tenté de communiquer avec le C-GPNP; une fois de plus, il n'a pas obtenu de réponse. Environ 0,5 nm séparait alors le C-GPNP du C-FGOI; l'affichage radar montrait que le C-GPNP volait à 1800 pieds ASL, tandis que le C-FGOI avait commencé à grimper et volait à 1300 pieds ASL.

Lorsque le pilote du C-GPNP a réalisé que le contrôleur aérien ne pouvait pas entendre ses réponses, il a tenté de régler le problème du système de radiocommunication; l'aéronef est alors descendu sous les 1600 pieds. Lorsque le pilote a aperçu le C-FGOI, l'impact était imminent et la collision ne pouvait pas être évitée.

Les affichages d'altitude des 2 aéronefs ont disparu des écrans radar à 12 h 38 min 10 s; toutefois, leurs cibles radar sont demeurées affichées[5]. Le contrôleur aérien a tenté une dernière fois de communiquer avec le C-GPNP à 12 h 38 min 14 s; à ce moment, la distance à l'écran radar séparant le C-GPNP du C-FGOI était inférieure à 0,1 nm. Les 2 aéronefs étaient déjà entrés en collision à environ 1500 pieds ASL[6], au-dessus du centre commercial Promenades St-Bruno, à 1,7 nm à l'est-sud-est de CYHU.

Le C-GPNP est devenu impossible à maîtriser à la suite de la collision. Son pilote a déverrouillé la porte de la cabine et a pris la position de protection d'impact, en protégeant sa tête avec ses bras. L'aéronef a percuté le toit du centre commercial et s'est immobilisé à l'endroit, sur une

---

5 L'image radar se régénère environ toutes les 3,4 secondes.

6 Les limites de l'équipement arrondissent l'altitude des aéronefs en pieds à la plus proche centaine. Par exemple, un aéronef dont l'altitude affichée est de 1500 pieds pourrait voler entre 1450 et 1549 pieds.

conduite de gaz naturel. Le pilote était grièvement blessé, mais a réussi à évacuer partiellement l'épave.

Le C-FGOI a effectué un piqué après la collision. Il a percuté le sol dans le stationnement, à proximité d'une des entrées principales du centre commercial. Il s'est immobilisé le nez au sol. Les forces d'impact ont considérablement déformé l'aéronef, et son moteur était coincé sous le tableau de bord. La collision n'offrait aucune chance de survie; l'élève-pilote du C-FGOI a été mortellement blessé.

Le système de recherche et sauvetage par satellite n'a détecté aucun signal de la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) d'un ou l'autre des aéronefs.

Le contrôleur sol a activé les procédures d'urgence à 12 h 38 min 41 s, conformément aux indications du *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour* (MATS – Tour) de NAV CANADA et du *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert*.

Le premier de nombreux appels 911 a été reçu à 12 h 39. Les services d'urgence sont arrivés sur les lieux peu après.

1.2 Tués et blessés

Tableau 1. Tués et blessés – C-GPNP

Blessures	Pilote	Passagers	Autres	Total
Tués	0	–	–	0
Blessés graves	1	–	–	1
Blessés légers / indemnes	0	–	–	0
Total	1	–	–	1

Tableau 2. Tués et blessés – C-FGOI

Blessures	Pilote	Passagers	Autres	Total
Tués	1	–	–	1
Blessés graves	0	–	–	0
Blessés légers / indemnes	0	–	–	0
Total	1	–	–	1

1.3 Dommages à l'aéronef

1.3.1 C-GPNP

Le C-GPNP a été lourdement endommagé par la collision. La partie extérieure de l'aile gauche et l'empennage se sont séparés du reste de l'aéronef. Il n'y a pas eu d'incendie après l'impact.

1.3.2 C-FGOI

Le C-FGOI a été détruit lorsqu'il a percuté le sol. Il n'y a pas eu d'incendie après l'impact.

1.4 Autres dommages

1.4.1 Emplacement de l'épave du C-GPNP

Le C-GPNP s'est immobilisé sur le toit du centre commercial Promenades St-Bruno, sur une conduite de gaz naturel alimentant l'immeuble. La structure du toit a été endommagée, et une fuite de carburant de l'aéronef a contaminé les lieux. Par mesure de précaution, on a fermé le centre commercial immédiatement après l'accident; il est demeuré fermé le lendemain afin que des techniciens puissent inspecter et remplacer une section de la conduite de gaz endommagée. Au cours des jours qui ont suivi l'accident, la neige sur le toit a commencé à fondre; des infiltrations d'eau causées par les dommages occasionnés au toit ont été repérées et les réparations ont été effectuées.

1.4.2 Emplacement de l'épave du C-FGOI

Le C-FGOI s'est immobilisé dans le stationnement du même centre commercial, près d'une entrée principale et d'un restaurant. Plusieurs voitures garées à proximité de l'épave ont été légèrement endommagées par des pièces de l'aéronef qui se sont séparées de l'épave principale au moment de l'impact. Personne au sol n'a été blessé.

1.5 Renseignements sur le personnel

Tableau 3. Renseignements sur le personnel

	Pilote du C-GPNP	Élève-pilote du C-FGOI
Licence / permis de pilote	Licence de pilote privé	Permis d'élève-pilote
Date d'expiration du certificat médical	1er avril 2021	1er septembre 2021
Heures de vol – total	135,8	39,5
Heures de vol sur type	135,8	36,5
Heures de vol en double commande	66,4	30,7
Heures de vol en solo	69,4	8,8
Heures de vol sur simulateur	12,4	0
Évaluation des compétences linguistiques en anglais*	Fonctionnel	Fonctionnel

* Voir la section 1.18.3 pour plus de détails concernant les compétences linguistiques.

1.5.1 Pilote du C-GPNP

Le pilote du C-GPNP était un étudiant international inscrit à la formation au pilotage et dont la langue maternelle n'était ni l'anglais ni le français. Les dossiers indiquent que le pilote avait la licence et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé en règle pour avions terrestres monomoteurs et détenait un certificat médical valide. On avait évalué ses compétences en anglais comme étant fonctionnelles. L'annexe A montre l'échelle qu'emploie Transports Canada (TC) pour évaluer les compétences linguistiques.

1.5.1.1 Expérience de vol préalable

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a obtenu les données radar et audio pour 4 vols en solo qu'avait effectués le pilote du C-GPNP dans la zone d'entraînement avant le vol à l'étude. Une analyse des données de vol historiques n'a relevé aucun cas où le pilote avait incorrectement relu des instructions ou avait été corrigé par l'ATC. L'analyse n'a non plus relevé aucun écart par rapport aux autorisations.

Rien n'indique que la fatigue du pilote ait joué un rôle dans cet événement.

1.5.2 Élève-pilote du C-FGOI

L'élève-pilote du C-FGOI était un étudiant international inscrit à la formation au pilotage et dont la langue maternelle n'était ni l'anglais ni le français. Les dossiers indiquaient que l'élève-pilote avait le permis et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Il était titulaire d'un permis d'élève-pilote pour avions terrestres monomoteurs et détenait un certificat médical valide. On avait évalué ses compétences en anglais comme étant fonctionnelles. Toutefois, avant d'obtenir une évaluation fonctionnelle, l'élève-pilote avait été autorisé à effectuer 3 vols en solo.

1.5.2.1 Expérience de vol préalable

Avant le vol à l'étude, l'élève-pilote du C-FGOI avait été autorisé à effectuer 8 vols en solo, qu'il avait tous effectués. Parmi ces vols, 5 avaient été consacrés à l'exécution de circuits, et 3 à la répétition d'exercices particuliers dans la zone d'entraînement. Le BST a obtenu des données radar et audio de ces 3 derniers vols. L'analyse des données historiques de vol a montré qu'à 2 occasions, durant le vol de retour de la zone d'entraînement vers l'aéroport, l'ATC avait communiqué à l'élève-pilote une restriction d'altitude « not below » [pas plus bas que]. À 2 reprises, l'élève-pilote avait incorrectement répété les restrictions d'altitude en disant « not above » [pas plus haut que]; l'ATC avait corrigé l'élève-pilote, qui avait ensuite répété correctement l'instruction. Les restrictions d'altitude faisaient partie d'une autorisation ATC standard transmise à tous les aéronefs qui rentrent à l'aéroport en provenance de la zone d'entraînement.

En outre, à 2 occasions, l'élève-pilote avait dérogé à une autorisation de l'ATC. Dans un de ces cas, l'élève-pilote avait coupé un aéronef qu'il devait suivre à l'approche de l'aéroport. Le contrôleur avait alors dû lui indiquer de virer vers la droite, directement vers le seuil de la piste 06R. Dans l'autre cas, l'élève-pilote avait reçu l'autorisation d'effectuer une approche vent arrière de la piste 06R en venant de la droite; toutefois, lorsqu'il a transmis l'autorisation d'atterrir, le contrôleur a averti l'élève-pilote qu'il avait prolongé le parcours de base trop loin, au-delà du prolongement de l'axe de la piste 06R, et qu'il se trouvait de fait en approche finale de la piste 06L. Ces écarts ne sont pas inhabituels, surtout avec des élèves-pilotes qui possèdent peu d'expérience en vol en solo.

Les renseignements sur le départ étaient disponibles pour 1 des vols en solo dans la zone d'entraînement. À cette occasion, l'élève-pilote avait reçu une autorisation avec une restriction d'altitude « pas plus haut que 2000 pieds » au départ. L'élève-pilote avait correctement répété la restriction d'altitude, et le départ s'était déroulé sans incident.

Les données de vol historiques montraient qu'en général, même en tenant compte des limites d'affichage d'altitude à l'écran radar, l'élève-pilote avait de la difficulté à mettre l'aéronef en palier et à maintenir une altitude constante.

Rien n'indique que la fatigue du pilote ait joué un rôle dans cet événement.

1.5.3 Contrôleur aérien de la tour de St-Hubert

Tableau 4. Renseignements sur le contrôleur

Licence	Contrôleur aérien
Date d'expiration du certificat médical	1er septembre 2017
Évaluation des compétences linguistiques	Expert
Expérience comme contrôleur	6 ans
Expérience dans la présente unité	6 ans
Heures de service avant l'événement	7 heures 8 minutes
Heures hors service avant la période de travail	15 heures 32 minutes

Les dossiers indiquent que le contrôleur aérien qui occupait le poste combiné de contrôleur tour 1 et tour 2 au moment de l'événement possédait les qualifications conformes à la réglementation en vigueur. Le contrôleur était titulaire d'une licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par TC et détenait un certificat médical valide. On avait évalué ses compétences en anglais et en français au niveau expert, et il travaillait comme contrôleur aérien à CYHU depuis 2011.

Les quarts de travail réguliers à la tour de St-Hubert durent normalement 8 heures et 28 minutes. Le jour de l'événement, qui était le 7e jour de travail consécutif du contrôleur, celui-ci avait accepté de faire des heures supplémentaires et avait commencé son quart à 5 h 30. Le lendemain devait être son jour de repos.

Durant un quart de travail, les contrôleurs travaillent par blocs de 40 minutes, en occupant à tour de rôle les postes de contrôleur sol, de contrôleur aérien et de coordonnateur. Les pauses sont fonction du volume de la circulation aérienne et de la charge de travail. Au moment de l'événement, le contrôleur assumait le rôle de contrôleur aérien depuis environ 44 minutes et était sur le point d'être relevé. Avant d'assumer la fonction de contrôleur aérien, il avait travaillé de 11 h 20 à 12 h au poste de contrôleur sol. Il avait pris sa dernière pause à l'horaire de 10 h 40 à 11 h 20.

Rien n'indique qu'un état de fatigue d'un contrôleur aurait joué un rôle dans cet événement.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Le Cessna 152 est un aéronef d'aviation générale léger à 2 places prisé par les propriétaires privés et les écoles de pilotage partout dans le monde. La Federal Aviation Administration des États-Unis a délivré un certificat de type pour cet aéronef en mars 1977.

1.6.1 C-GPNP

Tableau 5. Renseignements sur le C-GPNP

Constructeur	Cessna Aircraft Company
Type, modèle et immatriculation	Cessna 152 (C-GPNP)
Année de construction	1979
Numéro de série	15284152
Date d'émission du certificat de navigabilité / permis de vol	28 juillet 2016
Total d'heures de vol cellule	10 207
Type de moteur (nombre)	Avco Lycoming O-235-L2C (1)
Type d'hélice ou de rotor (nombre)	McCauley 1A103/TCM (1)
Masse maximale autorisée au décollage	757,5 kg
Type(s) de carburant recommandé(s)	100/130, 100LL
Type de carburant utilisé	100LL

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centre de gravité de l'aéronef étaient en deçà des limites prescrites au moment de l'événement. On n'a trouvé aucune indication de défaillance de la cellule ou de mauvais fonctionnement d'un système avant ou pendant le vol.

1.6.1.1 Bouton de microphone

L'aéronef avait une radio NAV/COM VHF et un interphone monté sur le tableau de bord. Le bouton de microphone (PTT), installé du côté pilote (gauche) de l'aéronef, était monté sur le volant de commande et connecté en permanence à l'interphone par un cordon en spirale rétractable qui pendait du volant de commande et qui était acheminé par le tableau de bord.

Le pilote du C-GPNP a eu des problèmes intermittents de communication radio avant d'entrer dans la zone de contrôle et immédiatement avant la collision. Le pilote pouvait recevoir les communications de l'ATC, mais la transmission de ses propres communications à l'ATC était intermittente.

1.6.2 C-FGOI

Tableau 6. Renseignements sur le C-FGOI

Constructeur	Cessna Aircraft Company
Type, modèle et immatriculation	Cessna 152 (C-FGOI)
Année de construction	1980
Numéro de série	15283952
Date d'émission du certificat de navigabilité / permis de vol	2 décembre 2005
Total d'heures de vol cellule	11 751
Type de moteur (nombre)	Avco Lycoming O-235-L2C (1)
Type d'hélice ou de rotor (nombre)	Sensenich 72CKS6-0-54 (1)
Masse maximale autorisée au décollage	757,5 kg
Type(s) de carburant recommandé(s)	100/130, 100LL
Type de carburant utilisé	100LL

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centre de gravité de l'aéronef étaient en deçà des limites prescrites au moment de l'événement. On n'a trouvé aucune indication de défaillance de la cellule ou de mauvais fonctionnement d'un système avant ou pendant le vol.

1.7 Renseignements météorologiques

Le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) pour CYHU à 12 h faisait état des conditions suivantes :

- Vents du 300° vrai (V) à 3 nœuds, variant de 210 °V à 330 °V
- Visibilité de 9 milles terrestres
- Ciel clair
- Température –5 °C, point de rosée –16 °C
- Calage altimétrique 30,20 inHg

La collision s'est produite vers 12 h 38 par temps clair et dans des conditions de bonne visibilité. Les conditions météorologiques et la position du soleil n'ont pas été retenues comme des facteurs dans l'accident.

1.8 Aides à la navigation

1.8.1 Carte de procédures terminales selon les règles de vol à vue

L'information aéronautique nécessaire au vol VFR qui ne peut pas être illustrée sur les cartes aéronautiques visuelles est publiée dans le *Supplément de vol – Canada* (CFS)[7]. Lorsqu'il est

---

7 Le *Supplément de vol – Canada* (CFS), publié par NAV CANADA, contient l'information sur tous les aérodromes enregistrés au Canada; chacun est normalement représenté par un croquis illustrant l'aérodrome et ses abords vus des airs.

impossible de décrire correctement de l'information importante sur un certain aérodrome dans un croquis ou un texte usuels du CFS, on y insère une carte de procédures terminales VFR.

Une carte de procédures terminales VFR illustre tous les points d'appel et points de contrôle VFR où les pilotes doivent se rapporter à l'ATC avant d'entrer dans la zone de contrôle. Cette carte présente également les routes que les aéronefs à voilure fixe volant en mode VFR doivent suivre pour entrer dans une zone de contrôle ou en sortir.

1.9 Communications

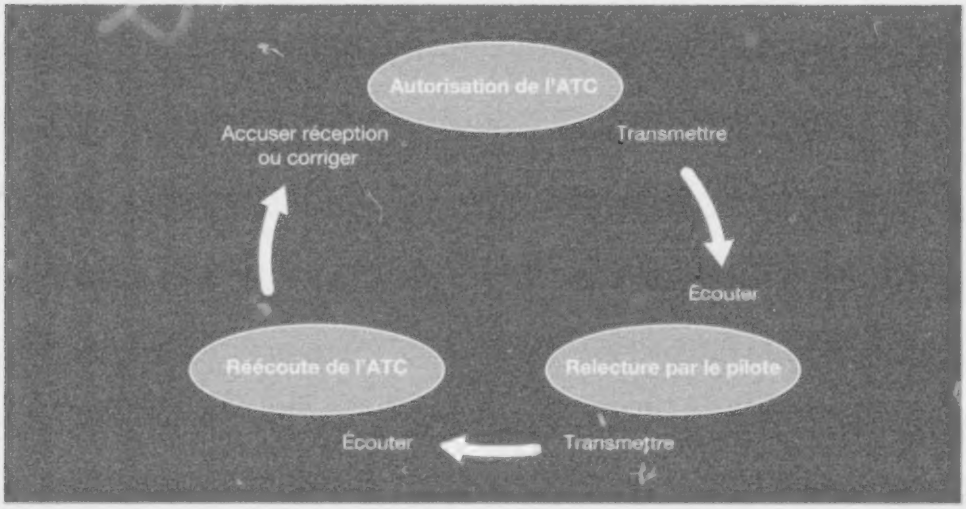
Au moment de l'événement, 2 contrôleurs assuraient les services de contrôle d'aéroport à CYHU : le contrôleur sol et le contrôleur tour 1 et tour 2 (voir la section 1.17.3.1). Les 2 aéronefs en cause dans l'événement avaient établi la communication avec l'ATC. Toutefois, le pilote du C-GPNP éprouvait des difficultés avec la radio de bord de l'aéronef. Il pouvait recevoir les transmissions de l'ATC, mais plusieurs de ses propres transmissions à l'ATC n'ont pas été reçues.

1.9.1 Réécoute et relecture

Lorsqu'un contrôleur de la circulation aérienne transmet une instruction, les pilotes doivent en accuser réception et s'y conformer. En 2015, NAV CANADA a publié *Phraséologie VFR*, un outil d'apprentissage et un guide de référence à l'intention de tous les pilotes qui utilisent l'espace aérien canadien, qui indique ce qui suit :

> Une transmission radio complète comprend plusieurs éléments et est de nature cyclique. Les deux personnes concernées doivent énoncer leur demande ou leurs intentions, écouter la réponse de l'autre et accuser réception de celle-ci [figure 2].
>
> L'élément d'écoute du cycle est aussi important que la verbalisation. L'écoute attentive (réécoute) peut prévenir la commission d'erreurs[8].

Figure 2. Format général de la radiocommunication (Source : NAV CANADA, Phraséologie VFR, version 1 (mai 2015), Format général de la communication radio, p. 14)



8 NAV CANADA, *Phraséologie VFR*, version 1 (mai 2015), Format général de la communication radio, p. 14.

En outre, *Phraséologie VFR* précise ce qui suit :

> Les communications entre l'unité ATS [services de trafic aérien] et les pilotes visent à assurer le passage sécuritaire de tous les aéronefs évoluant dans l'espace aérien désigné. Un aspect important de cette communication est la réécoute/relecture. Lorsqu'il est en vol VFR, le pilote n'est pas tenu de relire chaque transmission, sauf si l'unité ATS le demande.
>
> **La relecture des instructions et des autorisations permet au pilote et à l'unité ATS de corriger toute erreur dans ce qui a été dit et entendu.**
>
> Voici certaines des autorisations et des instructions les plus essentielles à la sécurité qui peuvent être relues :
> - les autorisations ou les instructions d'entrer sur une piste, d'y atterrir, d'en décoller, d'y circuler à contresens, d'attendre à l'écart de celle-ci ou de la traverser;
> - les autorisations de route;
> - les instructions relatives à la piste utilisée, aux calages altimétriques, au niveau, au cap et à la vitesse;
> - les codes de transpondeur[9].

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aéroport CYHU est situé dans l'arrondissement de Saint-Hubert de la ville de Longueuil (Québec). Il compte 3 pistes asphaltées (06L/24R, 06R/24L et 10/28) (figure 3). Au moment de l'événement, les pistes 24R et 24L étaient toutes deux en service.

---

9 Ibid., p. 15.

Figure 3. Aéroport Montréal/St-Hubert (CYHU) (Source : Développement Aéroport Saint-Hubert de Longueuil [DASH-L], avec annotations du BST)

CYHU est un aéroport d'aviation générale très fréquenté qui reçoit un volume élevé de circulation VFR en grande partie dû aux 4 écoles de pilotage[10] qui y sont établies. L'aéroport sert d'important centre de formation pour les pilotes canadiens et étrangers, et reçoit de petits et gros aéronefs privés, commerciaux (vols réguliers et vols nolisés) et militaires. Le mélange de vols VFR et selon les règles de vol aux instruments (IFR) donne lieu à une circulation dense et complexe.

La location à l'heure d'aéronefs aux élèves-pilotes donne lieu à des vagues de départs et d'arrivées simultanés. Le nombre de vols d'entraînement pour un jour donné varie selon les conditions météorologiques.

1.11 Enregistreurs de bord

Les 2 aéronefs à l'étude étaient dépourvus d'enregistreur de données de vol et d'enregistreur de conversations de poste de pilotage, et ces enregistreurs n'étaient pas requis selon la réglementation.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Généralités

Les 2 aéronefs ont été examinés sur les lieux de l'accident et de nouveau au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario), en présence d'un représentant de l'avionneur.

---

10 Les 4 écoles de pilotage sont Cargair, Air Richelieu, l'École de pilotage Saint Hubert et CPAQ Aéro.

1.12.2 Lieu de l'accident

1.12.2.1 C-GPNP

L'épave principale du C-GPNP a été trouvée sur le toit du centre commercial Promenades St-Bruno. Elle était à l'endroit, à peu près horizontale, et reposait sur une conduite de gaz jaune (figure 4). Au moment de l'événement, le toit était couvert de neige laissée par une tempête 2 jours plus tôt. Il n'y avait aucune trace montrant que l'aéronef aurait glissé dans la neige ou percuté une autre partie du toit.

Figure 4. Épave du C-GPNP (Source : Service de police de l'agglomération de Longueuil)

La section extérieure de l'aile gauche s'est séparée de l'aéronef et a été retrouvée sur le toit à quelque 249 pieds de l'épave principale, ce qui indique que la séparation a eu lieu dans les airs. La section arrière du fuselage et l'empennage se sont séparés de l'aéronef et ont été retrouvés encastrés dans les décombres du C-FGOI, ce qui correspond également à une séparation dans les airs.

1.12.2.2 C-FGOI

L'épave du C-FGOI a été retrouvée dans le stationnement, près d'une entrée principale du centre commercial. L'aéronef s'est immobilisé le nez au sol, et son moteur était coincé sous le tableau de bord. La section avant du fuselage était très déformée, ce qui correspond à un impact à haute vitesse avec le sol dans l'axe longitudinal de l'aéronef (figure 5).

Figure 5. Épave du C-FGOI (Source : Nicholas Dumont)

Les 2 ailes ont percuté le sol et gisaient juste devant le fuselage. L'empennage s'est séparé de la cellule et gisait derrière la section arrière du fuselage, ce qui indique que la séparation a eu lieu lors de l'impact avec le sol.

1.12.3 Examen en laboratoire

1.12.3.1 C-GPNP

L'examen en laboratoire a permis d'établir que, lorsque les 2 aéronefs sont entrés en collision, l'hélice du C-FGOI est entrée en contact avec l'intrados de l'aile gauche du C-GPNP et a entaillé l'aile à 3 endroits. Une des entailles, juste devant le longeron arrière de l'aile gauche, près de l'extrémité intérieure de l'aileron du C-GPNP, semblait être le premier point de contact entre les 2 aéronefs. Ces dommages correspondaient à une entaille faite du bas vers le haut, ce qui indique que le C-FGOI a approché le C-GPNP par dessous.

Un examen plus poussé de l'extrémité fracturée de l'aile gauche du C-GPNP a révélé que le premier impact d'hélice a sectionné une bonne partie du longeron arrière et de la partie arrière de l'aile. Cette entaille a amorcé le fléchissement et la défaillance en torsion de l'aile causés par la charge aérodynamique, et entraîné la séparation de cette section de l'aile du reste de l'aéronef.

La structure de l'aile gauche derrière le longeron avant montrait des signes de déformation en forme d'arc, et présentait des marques de transfert de peinture rouge ainsi que plusieurs égratignures. Ces dommages correspondaient aussi à un impact par dessous du C-FGOI.

Des marques de pneu noires ont été relevées sur le côté gauche du fuselage du C-GPNP, juste derrière la soute à bagages. Ces marques correspondaient à un impact par la roue avant du C-FGOI sur le côté gauche du fuselage du C-GPNP après l'impact initial. Le C-FGOI a ensuite heurté le stabilisateur horizontal gauche du C-GPNP, sectionnant son empennage.

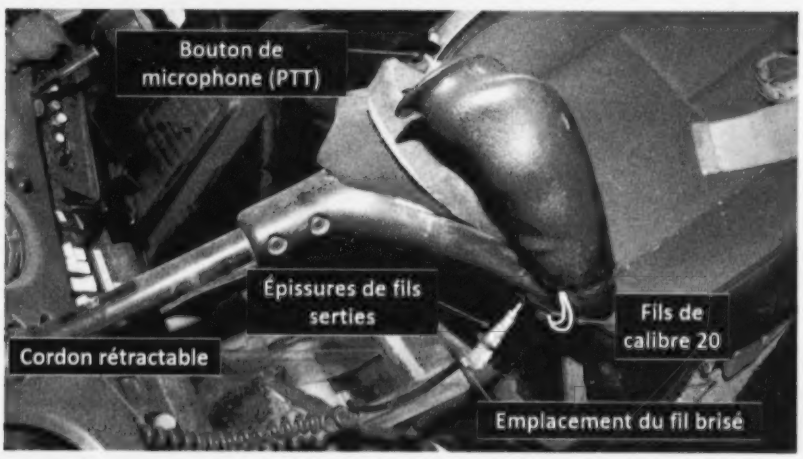
On a relevé un petit enfoncement sur le carénage ventral du C-GPNP, mais aucune égratignure. Cet enfoncement était attribuable à l'impact entre l'aéronef et la conduite de gaz lorsqu'il s'est immobilisé sur le toit du centre commercial. Comme l'enfoncement était minime et que la conduite de gaz, quoiqu'endommagée, n'était pas rompue, l'aéronef aurait percuté le toit à une vitesse relativement faible.

1.12.3.1.1 Bouton de microphone

Le système NAV/COM VHF de l'aéronef et l'interphone connexe ont été examinés pour déterminer la cause de l'intermittence des transmissions radio. Le côté pilote du poste de pilotage était muni d'un combiné radio fixé sur le volant de commande de l'aéronef et comportant, au sommet, le bouton de microphone de l'interphone. Des essais réalisés avec le bouton de microphone du pilote ont montré qu'il fallait appuyer 2 fois sur le bouton pour activer le mode de transmission de la radio. De plus, le déplacement du volant de commande causait des coupures dans les transmissions.

L'examen a permis de déterminer que le cordon rétractable qui reliait le bouton du microphone à l'interphone traversait des bornes à l'arrière du panneau de prises de microphone et de casque d'écoute du côté pilote. Un examen plus poussé du bouton de microphone a révélé une anomalie causée par des épissures de fils serties préexistantes situées tout juste devant le volant de commande. Ces épissures reliaient les fils de la poignée du volant de commande à ceux du cordon rétractable (figure 6). Les épissures et les fils voisins n'étaient pas fixés et pendaient du volant; ils subissaient donc toutes les charges de mouvement et de tension. Le cordon rétractable n'était pas fixé au volant de commande.

Figure 6. Installation du bouton de microphone du C-GPNP



On a déterminé qu'un fil brisé trouvé dans le cordon rétractable, situé à l'extrémité de l'épissure sertie, a probablement causé l'intermittence de la transmission radio. Un examen minutieux du fil brisé a révélé une striction distincte (rétrécissement localisé causé par la réduction de la section transversale du toron) à l'emplacement du bris. Une striction au point de rupture se voit

lorsque des fils se sont brisés en surcharge en raison d'une application disproportionnée d'efforts de tension (figures 7 et 8).

Figure 7. Cliché scanographique du fil brisé

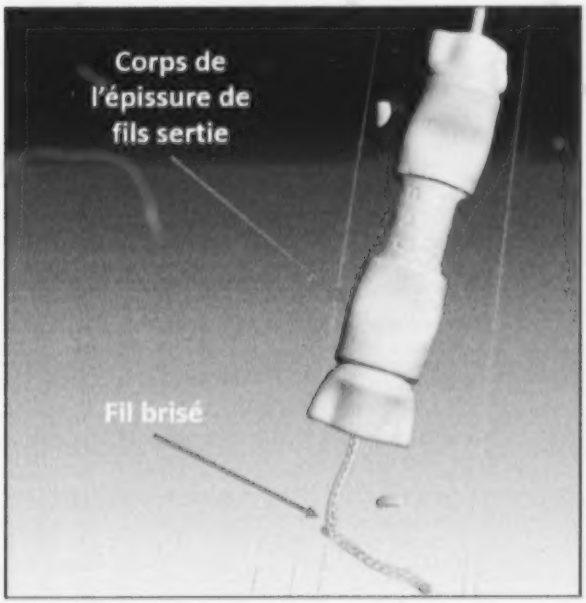
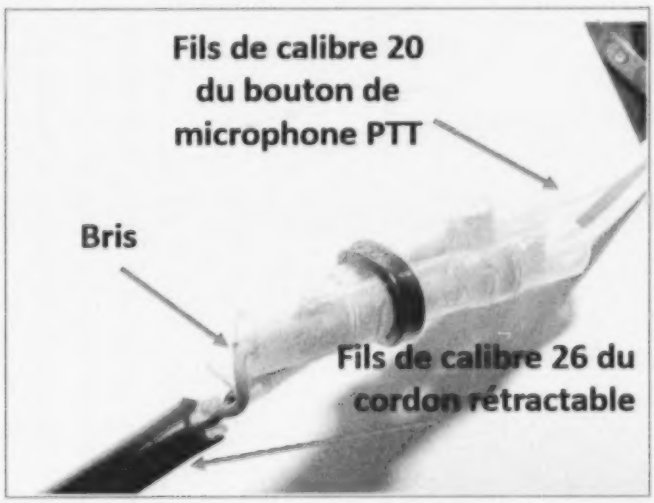


Figure 8. Vue détaillée de l'emplacement de la rupture dans le fil



1.12.3.2 **C-FGOI**

Un examen de l'hélice à 2 pales du C-FGOI a révélé des marques d'impact sur les bords d'attaque des 2 pales, près de leur extrémité. Ces entailles correspondaient aux dommages qui auraient été occasionnés si les pales avaient sectionné une structure solide, comme la semelle inférieure du longeron arrière de l'aile gauche du C-GPNP (figures 9 et 10).

Figure 9. Marques d'impact sur la pale 1 de l'hélice du C-FGOI

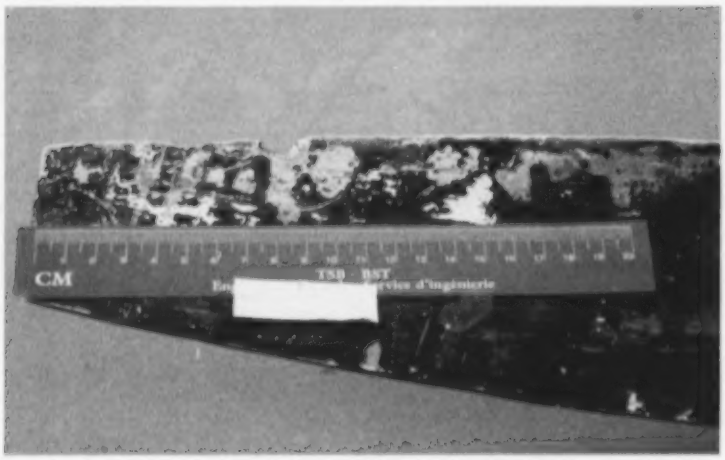
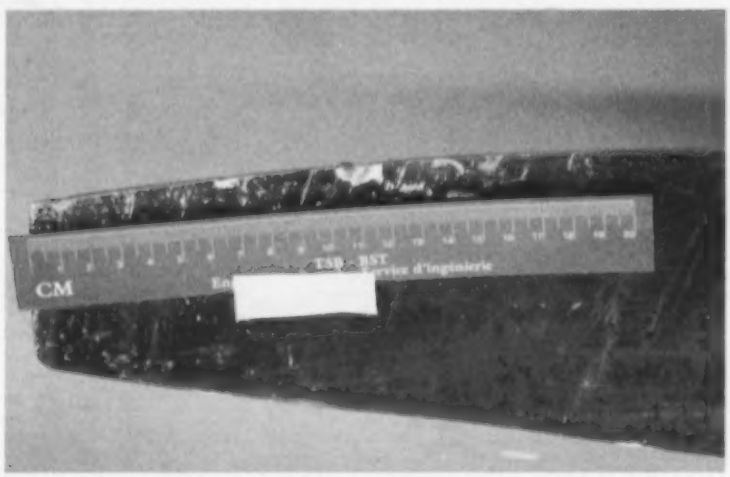


Figure 10. Marques d'impact sur la pale 2 de l'hélice du C-FGOI



Les 3 roues de train d'atterrissage se sont séparées de l'aéronef. À l'examen du train avant, on a relevé des marques de frottement sur une grande partie de son côté droit, ce qui correspond à un choc entre la roue du train avant et le fuselage du C-GPNP.

Les dommages structuraux du C-FGOI correspondaient à un impact à grande vitesse avec le sol dans une assiette en piqué verticale ou quasi verticale.

1.12.3.3 **Chronologie de la collision**

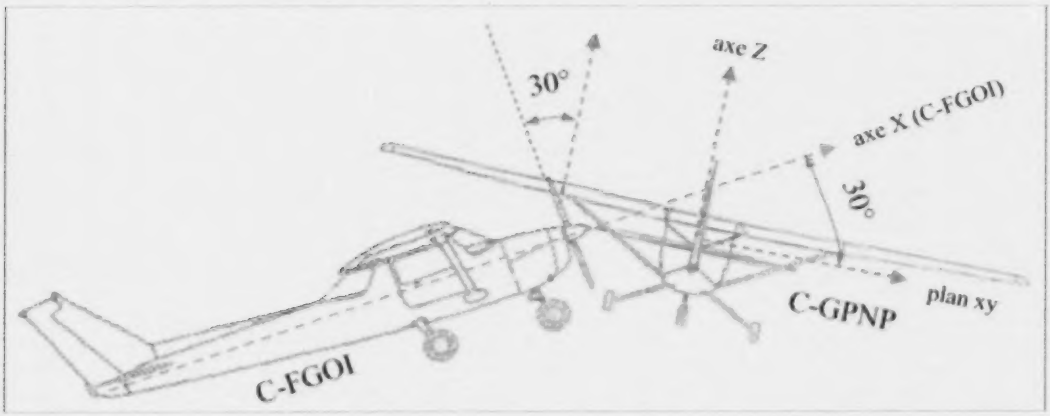
On a déterminé que le C-FGOI s'approchait du C-GPNP en venant de l'avant et de la gauche au moment de l'impact.

D'après l'angle de la première entaille dans l'aile gauche du C-GPNP, on a déterminé que l'angle des assiettes comparatives des 2 aéronefs était d'environ 30° par rapport à leur axe vertical, ce qui aurait pu se produire de 3 façons :

- assiette en cabré d'environ 30° du C-FGOI et assiette horizontale du C-GPNP;
- inclinaison vers la droite du C-GPNP et assiette horizontale du C-FGOI;
- assiette en cabré du C-FGOI et inclinaison vers la droite du C-GPNP.

Une analyse plus approfondie a permis d'établir que le C-FGOI était probablement en assiette en cabré tandis que le C-GPNP effectuait un virage incliné vers la droite pour tenter d'éviter la collision (figure 11).

Figure 11. Illustration de la relation géométrique entre l'angle de l'entaille dans l'aile du C-GPNP et les assiettes comparatives des 2 aéronefs (par rapport à l'axe Z du C-GPNP)



1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Rien n'indique que des facteurs physiologiques aient pu nuire au rendement du pilote ou de l'élève-pilote.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Pilote du C-GPNP

Immédiatement après la collision en vol, le pilote du C-GPNP, ignorant que la cellule était endommagée, a tenté de reprendre la maîtrise de l'aéronef. Constatant l'impossibilité de le faire, le pilote a adopté une position de protection. Conformément à la liste de vérification de la procédure d'atterrissage d'urgence, le pilote a déverrouillé la porte du poste de pilotage avant que le C-GPNP ne percute le toit du centre commercial. Ce geste a permis au pilote d'évacuer partiellement l'aéronef une fois qu'il s'est immobilisé.

Le pilote du C-GPNP a été grièvement blessé. Lorsque le personnel du centre commercial l'a retrouvé, il s'était à moitié extirpé de l'aéronef. Comme du carburant fuyait de l'aéronef, on a décidé de déplacer le pilote à une distance sécuritaire de l'épave (environ 20 pieds) jusqu'à l'arrivée des services d'urgence.

1.15.2 Élève-pilote du C-FGOI

Le C-FGOI a été détruit lorsqu'il a percuté le sol. L'impact n'offrait aucune chance de survie.

1.15.3 Radiobalises de repérage d'urgence

Le C-GPNP et le C-FGOI étaient tous deux munis d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT)[11] qui transmettait sur la fréquence de 243 MHz et de 406 MHz respectivement, ainsi que sur la fréquence de 121,5 MHz. On a envoyé les 2 dispositifs au Laboratoire d'ingénierie du BST pour analyse.

Lorsque le Laboratoire d'ingénierie du BST a reçu les ELT, le sélecteur de commande à 3 positions de chacune d'elles était à « OFF ». Dans un cas comme dans l'autre, on n'a pas pu déterminer la position du sélecteur avant et immédiatement après l'événement.

On a toutefois pu déterminer que les ELT du C-FGOI et du C-GPNP étaient en état de service dans les instants qui ont précédé l'événement. Toutefois, dans les 2 cas, la collision a entraîné la séparation physique du dispositif de l'aéronef, ainsi que celle du câble coaxial de l'antenne de son terminal de sortie. Il est donc peu probable que les satellites Cospas-Sarsat auraient pu détecter des signaux de détresse de ces ELT.

1.16 Essais et recherche

1.16.1 Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP059/2017 – Altimeter Analysis (C-FGOI) [analyse de l'altimètre]
- LP060/2017 – Altimeter Analysis (C-GPNP) [analyse de l'altimètre]
- LP061/2017 – ELT Analysis (C-FGOI) [analyse de l'ELT]
- LP062/2017 – ELT Analysis (C-GPNP) [analyse de l'ELT]
- LP063/2017 – Flight Control Analysis (C-FGOI) [analyse des commandes de vol]
- LP064/2017 – Flight Control Analysis (C-GPNP) [analyse des commandes de vol]
- LP065/2017 – GPS Data Retrieval (C-FGOI) [récupération des données du GPS]
- LP066/2017 – GPS Data Retrieval (C-GPNP) [récupération des données du GPS]
- LP067/2017 – VHF Analysis (C-GPNP) [analyse du système VHF]
- LP071/2017 – Transponder Analysis (C-GPNP) [analyse du transpondeur]
- LP072/2017 – Transponder Analysis (C-FGOI) [analyse du transpondeur]
- LP096/2017 – Radar Data Analysis [analyse des données radar]
- LP132/2017 – Wreckage Examination [examen des épaves]
- LP160/2017 – Cell Phone and Tablet Data Retrieval [récupération des données de téléphone cellulaire et de tablette]

---

11 L'ELT du C-GPNP était de marque Dorne & Margolin, modèle C589511-0117. Celle du C-FGOI était de marque ACK Technologies, modèle E-04.

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Cargair

Cargair est une école de pilotage autorisée par TC qui détient un certificat d'exploitation d'unité de formation au pilotage valide assujetti à la sous-partie 406 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). Au moment de l'événement, l'entreprise exploitait une flotte de 52 aéronefs, dont 29 Cessna 152. Cargair détient également un certificat d'organisme de maintenance agréé délivré par TC en vertu de l'article 573.02 du RAC.

Cargair est de plus autorisée par TC à offrir un programme de formation intégrée de pilote de ligne (avion) (ATP-A)[12] assujetti à la sous-partie 406 du RAC. Par conséquent, des transporteurs aériens étrangers choisissaient Cargair pour former des élèves-pilotes choisis[13]. Lorsqu'ils arrivent au Canada pour entreprendre leur formation, les élèves-pilotes ont normalement 12 mois pour l'achever. Cette période peut être prolongée jusqu'à un maximum de 14 mois pour tenir compte d'imprévus, comme des retards causés par des conditions météorologiques.

1.17.1.1 Autorisation et supervision des vols en solo

D'après le manuel d'entraînement de Cargair [traduction] :

> Tous les vols en solo doivent être autorisés par l'instructeur qui est affecté à l'élève. Si l'instructeur a prévu de ne pas être physiquement disponible durant le vol en solo de l'élève, il doit renseigner le chef-instructeur de vol sur les capacités de l'élève. Il incombe ensuite au chef-instructeur de vol d'autoriser ou non le vol.
>
> Un instructeur de classe 4 doit toujours obtenir l'autorisation préalable du chef-instructeur de vol ou de son délégué avant de permettre à son élève d'effectuer un vol en solo[14].

Avant qu'un élève-pilote soit autorisé à effectuer un vol en solo, l'instructeur qui lui est affecté ou le chef-instructeur de vol examine les conditions météorologiques et les procédures d'entrée dans le circuit avec l'élève. Il présente également un exposé pour discuter des exercices que l'élève doit effectuer.

Le jour de l'événement, l'instructeur du pilote du C-GPNP l'a autorisé à effectuer un vol en solo. Le chef-instructeur de vol, après un exposé de l'instructeur de classe 4, a autorisé l'élève-pilote du C-FGOI à effectuer un vol en solo.

---

12 Un cours intégré est un « cours de formation au pilotage élaboré selon les principes de conception des systèmes de formation, dont les différentes étapes de formation sont effectuées sous la forme d'un cours continu et les éléments d'entraînement en vol sont liés et agencés de façon à permettre d'atteindre de façon efficiente les objectifs d'apprentissage. » (Source : Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, partie IV : Délivrance des licences et formation du personnel, section I : Généralités, paragraphe 400.01(1).)

13 Les transporteurs aériens qui envoient des personnes en formation assument les frais de formation de l'élève-pilote.

14 Cargair, Training Manual – Transport Canada Integrated Program (1er décembre 2014), p. 38.

1.17.1.2 Système de gestion de la sécurité

La réglementation ne contraint pas Cargair à mettre en œuvre un système de gestion de la sécurité (SGS). Toutefois, en 2010, la compagnie a volontairement élaboré un SGS fondé sur les directives de TC pour les activités assujetties à la sous-partie 705 (entreprise de transport aérien) du RAC.

Selon son SGS, Cargair fait un suivi lorsqu'elle est informée d'un incident touchant un de ses aéronefs, ou avisée d'un événement qui pourrait avoir une incidence sur la sécurité.

1.17.2 NAV CANADA

CYHU est un aéroport contrôlé, et les services de contrôle d'aéroport[15] sont fournis par NAV CANADA. Le *Manuel des services de la circulation aérienne* (MATS) présente en détail les procédures et la phraséologie que doivent respecter les contrôleurs aériens lorsqu'ils fournissent ces services. Le MATS stipule ce qui suit :

> Transmettez les autorisations et instructions[16] requises afin de maintenir un débit sûr, ordonné et rapide de la circulation sous le contrôle de votre unité. [...] Donnez la priorité au service de contrôle. Assurez les autres services dans toute la mesure du possible[17].

Le MATS – Tour comprend les procédures à suivre et la phraséologie que doivent utiliser les contrôleurs aériens dans les tours d'aéroport[18]; celles qui sont propres à la tour de St-Hubert figurent dans le manuel d'exploitation d'unité de la tour de St-Hubert[19].

1.17.2.1 Espace aérien

NAV CANADA fournit les services de contrôle d'aéroport à CYHU à l'intérieur d'une zone de contrôle[20] de 5 nm de classe C[21] de forme irrégulière, qui s'élève à la verticale jusqu'à une altitude de 2000 pieds ASL (figure 12).

---

15 Un service de contrôle d'aéroport est un « service assuré par les tours de contrôle d'aéroport et offert aux aéronefs et véhicules se trouvant sur l'aire de manœuvre d'un aéroport et aux aéronefs évoluant au voisinage d'un aéroport ». (Source : NAV CANADA, base de données terminologiques Terminav, http://www1.navcanada.ca/logiterm/addon/terminav/termino.php [dernière consultation le 8 août 2018].)

16 « Une autorisation ou une instruction de l'ATC constitue, pour un aéronef, l'autorisation de ne poursuivre que dans la mesure où la circulation aérienne connue est concernée. Elle est basée uniquement sur la nécessité d'espacer la circulation aérienne de façon sécuritaire et efficace. » (Source : NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour de contrôle* [31 août 2016], Service de contrôle, p. 74.)

17 Ibid., p. 26.

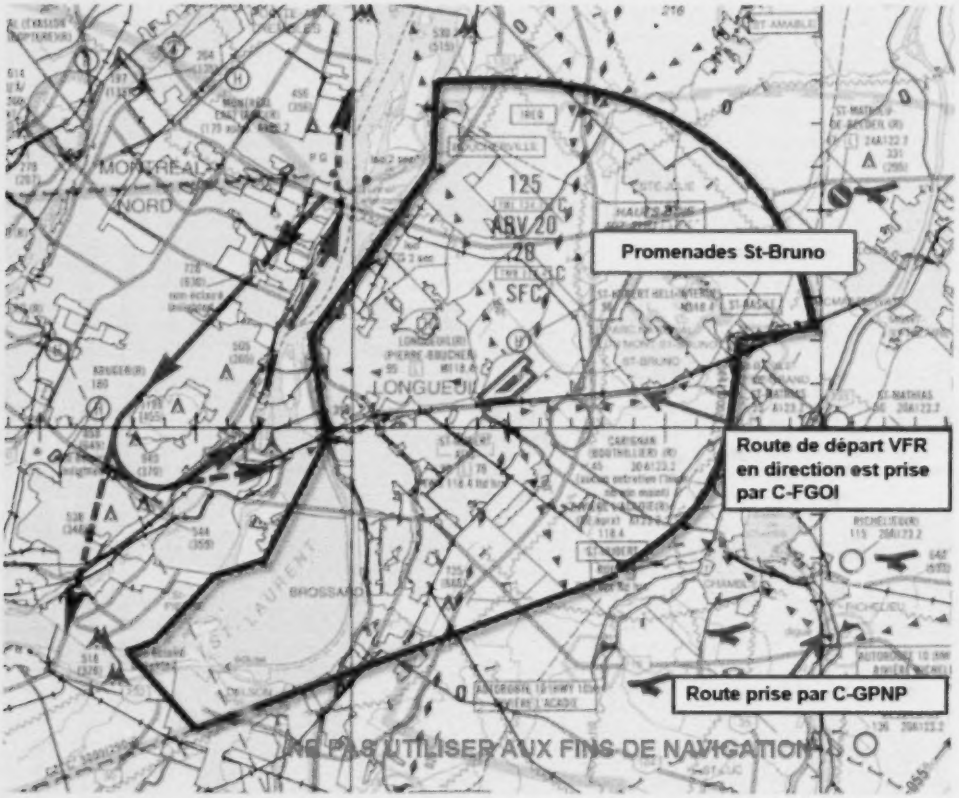
18 NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour* (31 mars 2016).

19 NAV CANADA, *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* (5 décembre 2016).

20 Une zone de contrôle est « [un] espace aérien contrôlé de dimensions définies s'étendant vers le haut à partir de la surface de la terre et jusqu'à 3 000 pi AAE [altitude au-dessus de l'aérodrome] inclusivement ». (Source : Transports Canada, TP 14371, *Transports Canada – Manuel d'information aéronautique* [AIM de TC], GEN – Généralités [13 octobre 2016], article 5.1.)

21 « Le CDA [espace aérien intérieur canadien] est composé de sept classes, chacune étant identifiée par une lettre soit A, B, C, D, E, F ou G. » (Source : Transports Canada, TP 14371, *Transports Canada – Manuel d'information aéronautique* [AIM de TC], RAC – Règles de l'air et services de la circulation aérienne [13 octobre 2016], article 2.8.)

Figure 12. Zone de contrôle de St-Hubert (en bleu) et région avoisinante (Source : NAV CANADA, Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert, avec annotations du BST)



La classification d'un espace aérien détermine les règles d'exploitation à suivre et le niveau de service ATC que l'on y fournit, de même que les exigences de communications et d'équipement. Un espace aérien de classe C est un :

> [e]space aérien contrôlé dans lequel les vols IFR et VFR sont autorisés, mais où les vols VFR doivent cependant recevoir une autorisation de l'ATC avant d'y pénétrer. L'ATC assure la séparation entre tous les vols IFR et au besoin, entre les vols VFR et IFR afin de résoudre des conflits. Les aéronefs recevront les renseignements sur la circulation et les aéronefs VFR, après réception de ces renseignements, recevront sur demande des instructions sur la résolution de conflit[22].

Pour entrer dans un espace aérien de classe C et y circuler selon les règles de vol à vue, un pilote doit être titulaire d'une licence de pilote ou d'un permis d'élève-pilote valide, et l'aéronef doit

---

22 Transports Canada, TP 14371, *Transports Canada – Manuel d'information aéronautique* (AIM de TC), RAC – Règles de l'air et services de la circulation aérienne (13 octobre 2016), article 2.8.3.

être équipé d'une radio bidirectionnelle fonctionnelle et d'un transpondeur[23] mode C[24] en état de service et fonctionnant[25].

1.17.2.2 Espacement des aéronefs

Une autorisation de l'ATC de circuler dans un espace aérien de classe C ne dispense pas le pilote de sa responsabilité d'éviter d'autres aéronefs. Plusieurs facteurs, comme le volume de la circulation aérienne, les communications multiples, le manque de communication et l'équipement disponible, peuvent influer sur la charge de travail des contrôleurs et sur leur capacité à fournir de l'information en temps opportun. Cependant, d'après le MATS – Tour, « Ce service [renseignements sur le trafic] est obligatoire, à moins que vous [les contrôleurs] ne soyez pas en mesure de le fournir[26]. »

Lorsqu'ils espacent les aéronefs, les contrôleurs doivent observer les consignes suivantes :

> Appliquez systématiquement l'espacement entre les aéronefs en vous basant sur les éléments essentiels au contrôle sécuritaire, ordonné et rapide :
> - Planification : déterminez l'espacement minimum approprié requis
> - Exécution : mettez en application l'espacement choisi
> - Suivi : assurez-vous que l'espacement planifié et exécuté est maintenu[27]

1.17.2.2.1 Espacement d'aéronefs en vol à vue

L'espacement visuel est défini comme une « pratique employée par les contrôleurs pour espacer les aéronefs évoluant dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC)[28] ». Lorsqu'ils espacent des aéronefs volant en mode VFR, les contrôleurs dénotant la possibilité d'un conflit « [donnent] des autorisations, donnent des instructions ou communiquent des renseignements, selon le cas, pour aider les aéronefs à établir le contact visuel entre eux, ou

---

23 « Émetteur-récepteur qui transmet un signal de réponse lorsqu'il est convenablement interrogé, l'interrogation et la réponse s'effectuant sur des fréquences différentes. » (Source : Transports Canada, Circulaire d'information nº 100-001 : Glossaire à l'intention des pilotes et du personnel des services de la circulation aérienne [date d'entrée en vigueur le 5 juin 2016].)

24 « Type de transpondeur capable de transmettre le codage d'altitude. » (Source : ibid.)

25 « Les transpondeurs augmentent considérablement la capacité des radars à détecter les aéronefs. L'utilisation de l'équipement de transmission automatique d'altitude-pression (mode C) permet au contrôleur de déterminer rapidement où pourraient se produire des conflits. » (Source : Transports Canada, TP 14371, *Transports Canada – Manuel d'information aéronautique* [AIM de TC] COM – Communications, navigation et surveillance [13 octobre 2016], article 8.1.)

26 NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour*, Gestion de la circulation aérienne – Renseignements sur le trafic (31 mars 2016), p. 64.

27 Ibid., Éléments essentiels de l'espacement, p. 162.

28 Transports Canada, TP 14371, *Transports Canada – Manuel d'information aéronautique* (AIM de TC), GEN – Généralités (13 octobre 2016), article 5.1.

pour aider les aéronefs à éviter d'autres aéronefs[29] ». Le MATS – Tour comprend les directives suivantes à l'intention des contrôleurs :

> Les aéronefs VFR sont considérés comme espacés lorsque les pilotes se sont rapportés à la verticale de points géographiques précis et distincts et que leurs routes de vol respectives ne seront pas en situation de conflit.
>
> [...]
>
> Les aéronefs sont considérés comme espacés visuellement lorsque l'une des conditions suivantes s'applique :
> - Vous voyez les aéronefs et aucun conflit n'existe.
> - Au moins un pilote rapporte avoir le trafic en vue[30].

1.17.2.2.2 Résolution de conflit entre aéronefs

Le MATS – Tour comprend des directives que doivent suivre les contrôleurs lorsqu'ils assurent la résolution de conflits entre aéronefs volant en mode VFR. Au cas où l'espacement visuel ne peut pas être assuré, les contrôleurs doivent maintenir « un espacement vertical d'au moins 500 pieds entre les aéronefs, ou davantage si un espacement supplémentaire est nécessaire en situation de turbulence de sillage[31] ».

Le manuel d'exploitation d'unité de la tour de St-Hubert permet en outre aux contrôleurs aériens à CYHU d'assigner des restrictions d'altitude aux aéronefs volant en mode VFR[32].

Les aéronefs qui décollent de CYHU se voient assigner une altitude de soit pas plus haut que 1100 pieds[33], soit pas plus haut que 2000 pieds[34], selon les arrivées attendues d'autres aéronefs. Les contrôleurs indiquent couramment une restriction d'altitude de 600 pieds ASL pour les hélicoptères, pas plus haut que 1100 pieds ou pas plus haut que 2000 pieds pour les aéronefs qui se rendent de CYHU à la zone d'entraînement, et pas plus bas que 1600 pieds pour les aéronefs qui rentrent à CYHU de la zone d'entraînement. L'espacement vertical minimal de 500 pieds doit être maintenu jusqu'à ce que 1 des 2 aéronefs convergents annonce qu'il voit l'aéronef en conflit, ou que le contrôleur juge que les aéronefs ne sont plus en conflit[35].

---

29 Ibid.

30 NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour*, Espacement – Éléments essentiels de l'espacement (31 mars 2016), p. 163.

31 Ibid., p. 164.

32 NAV CANADA, *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* (5 décembre 2016).

33 Les circuits d'aérodrome sont effectués à 1000 pieds d'altitude au-dessus de l'aérodrome. À CYHU, cela représente une altitude de 1100 pieds ASL.

34 NAV CANADA, *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* (5 décembre 2016).

35 NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour*, (31 août 2016), p. 164.

1.17.3 Tour de St-Hubert

1.17.3.1 Effectif

En fonction de la densité et de la complexité de la circulation, il peut y avoir jusqu'à 4 des positions ci-dessous et 3 fréquences en service à la tour :

- Contrôleur sol – « Dispenser le service de contrôle d'aéroport aux aéronefs et aux véhicules évoluant sur l'aire de manœuvre et les pistes inactives; S'assurer que tout trafic est gardé à l'écart des pistes actives; Effectuer la coordination avec le contrôleur approprié pour toute utilisation ou traversée de piste active [...][36]. »
- Contrôleur tour 1 et tour 2 – « Dispenser les services de contrôle d'aéroport à l'intérieur de la zone de contrôle intégrale de St-Hubert; Dispenser les services de contrôle d'aéroport sur toutes les pistes actives [...][37]. »
- Contrôleur tour 1 – « Dispenser les services de contrôle d'aéroport à l'intérieur de l'espace qui n'est pas sous la juridiction du contrôleur TOUR 2; Dispenser les services de contrôle d'aéroport aux aéronefs utilisant la piste 06L/24R [...][38]. »
- Contrôleur tour 2 – « Dispenser les services de contrôle d'aéroport à l'intérieur de l'espace utilisé pour les circuits sur la piste la piste 06R/24L; Dispenser les services de contrôle d'aéroport aux aéronefs utilisant la piste 06R/24L [...][39]. »
- Coordonnateur – « Ne dispense pas de service de contrôle aux aéronefs mais fait ce qui suit : Coordonne les traversées de pistes et les situations spéciales avec le contrôleur sol; Coordonne avec le secteur Terminal de Montréal, la tour de Montréal; [...] Assiste le contrôleur tour dans l'identification et la gestion des conflits [...][40]. »

Au minimum, les positions de contrôleur sol et de contrôleur tour 1 et tour 2 doivent être en service.

Le jour de l'événement, l'effectif à la tour était considéré comme étant complet. Il y avait 4 contrôleurs pour permettre l'utilisation d'au moins 2 postes de travail (le minimum requis), et un autre pour assumer la fonction tour 2 (coordonnateur), si nécessaire. Selon le *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* :

> Le contrôleur coordonnateur doit être présent dans la tour et prêt à prendre son poste de contrôle lorsqu'un troisième aéronef circule pour faire du circuit[41] ou que la densité de trafic le justifie, et à son poste de travail lorsque lui ou le contrôleur TOUR 1 le juge

---

36 NAV CANADA, *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* (5 décembre 2016), p. 26.

37 Ibid., p. 27.

38 Ibid., p. 28.

39 Ibid., p. 29.

40 Ibid., p. 30.

41 L'Organisation de l'aviation civile internationale emploie le terme « circuit d'aérodrome » pour désigner ce circuit. Il le définit comme étant le « trajet spécifié que les aéronefs doivent suivre lorsqu'ils volent aux abords d'un aérodrome ». (Source : Transports Canada, *Manuel de pilotage – Avion*, quatrième édition [2004], exercice 17 : Circuit.)

nécessaire. Par la suite le contrôleur tour 1 et le contrôleur coordonnateur détermineront s'il est préférable ou non d'ouvrir le poste de contrôle tour 2[42].

Au moment de l'événement, les pistes 24L et 24R étaient en service, et les postes de contrôleur sol et de contrôleur tour 1 et tour 2 assuraient les services de contrôle d'aéroport.

1.17.3.2 **Charge de travail**

Le jour de l'événement, les conditions météorologiques étaient considérées comme idéales pour les vols à vue. On prévoyait un nombre élevé de vols d'entraînement, et donc un trafic dense.

Le contrôleur tour 1 et tour 2 en service au moment de l'événement avait pris ce poste 44 minutes avant la collision entre le C-GPNP et le C-FGOI. Durant cette période, la charge et le niveau de complexité du travail du contrôleur augmentaient à mesure que progressait le nombre de départs et d'arrivées. On envisageait donc d'ouvrir le poste de coordonnateur. Lorsque la collision s'est produite, le contrôleur gérait 13 aéronefs.

À partir du moment où le C-FGOI a demandé l'autorisation de décoller, à 12 h 34 min 35 s, jusqu'au moment de la collision, vers 12 h 38 min 10 s, il y a eu 45 transmissions sur la fréquence tour. De ces 45 transmissions, 23 provenaient du contrôleur; le reste provenait des nombreux aéronefs qu'il gérait. La collision s'est produite environ 3 minutes et 35 secondes après que le C-FGOI eut été autorisé à décoller.

Au cours des minutes qui ont précédé l'événement, le contrôleur portait son attention sur la résolution d'un conflit entre 3 aéronefs au nord de l'aéroport. De 12 h 36 min 32 s à 12 h 37 min 28 s, il y a eu 11 transmissions qui concernaient ce conflit, dont 6 qui provenaient du contrôleur. Pour résoudre ce conflit, le contrôleur a transmis des instructions à 1 des aéronefs afin qu'il en évite un autre qui était en approche de la piste 24R.

Une fois le conflit au nord de l'aéroport résolu, le contrôleur s'est concentré sur la priorité suivante – s'assurer que les pilotes du C-GPNP et du C-FGOI étaient conscients de leurs trajectoires convergentes et de leur proximité l'un de l'autre. À 12 h 37 min 36 s, le contrôleur a transmis le premier avis de circulation au C-GPNP concernant un conflit potentiel avec le C-FGOI, donnant instruction au pilote de maintenir une altitude de 1600 pieds[43]. À ce moment, les échos radar montraient le C-GPNP à 1800 pieds ASL, et le C-FGOI à 1100 pieds ASL. N'ayant obtenu aucune réponse du C-GPNP, le contrôleur a transmis un 2e appel à C-GPNP à 12 h 37 min 47 s. Ces 2 appels étaient conformes aux procédures normales. En effet, les contrôleurs transmettent souvent des rappels aux pilotes à propos des restrictions d'altitude dans l'environnement dense de CYHU.

À 12 h 37 min 55 s, un aéronef non identifié a tenté de communiquer avec la tour, mais sa transmission a été coupée par celle d'un autre aéronef qui communiquait avec la tour. Le contrôleur a demandé à l'aéronef qui communiquait d'attendre, et le pilote a accusé réception de l'instruction à 12 h 38 min 1 s. À 12 h 38 min 4 s, le contrôleur a essayé une 3e fois de communiquer avec le C-GPNP[44], puis une 4e et dernière fois à 12 h 38 min 14 s. Aucune

---

42 NAV CANADA, *Manuel d'exploitation d'unité – Tour de St-Hubert* (5 décembre 2016), p. 30.

43 [Traduction] « Papa November Papa, assurez-vous de maintenir mille six cents pieds; trafic 10 heures, 1 mille, Cessna en direction est, mille cent pieds. »

44 [Traduction] « Papa November Papa, vous êtes à l'écoute? »

communication n'a été transmise au C-FGOI pour avertir son élève-pilote de la proximité du C-GPNP. Au moment des 2 premiers appels, l'élève-pilote aux commandes du C-FGOI maintenait une altitude de 1100 pieds. Bien qu'on n'ait pas été en mesure de déterminer s'il a entendu la transmission entre le contrôleur et le pilote du C-GPNP, le fait qu'il ait monté à plus de 1100 pieds laisse présumer qu'il ne connaissait pas la position du C-GPNP.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Limites du principe voir et éviter

En vol VFR et IFR, le principe « voir et éviter » constitue la méthode visuelle de base d'évitement des collisions. Ce principe se fonde sur un balayage visuel actif et sur la capacité de détecter des aéronefs en conflit, puis de prendre les mesures nécessaires pour les éviter. On reconnaît 2 principes voir et éviter : alerté et non alerté. Dans un rapport à propos des limites du principe voir et éviter, l'Australian Transportation Safety Bureau affirme que [traduction] :

> [i]l y a une distinction à faire entre le principe voir et éviter alerté, et non alerté. Dans le cas du voir et éviter alerté, dans un espace aérien contrôlé, le pilote d'un aéronef reçoit de l'aide pour voir le trafic. S'il ne peut pas le voir, il pourra compter sur une importante mesure auxiliaire, assurant un contrôle intégral. Le voir et éviter non alerté, par contre, pose un danger potentiellement plus grand, car il repose entièrement sur la capacité du pilote d'apercevoir les autres aéronefs[45].

Plusieurs facteurs influent sur la capacité d'un pilote de repérer visuellement un autre aéronef, notamment : les limites physiologiques de l'œil et de la réaction motrice de l'humain; les obstructions dans le champ visuel; la perceptibilité des aéronefs; les techniques d'observation des pilotes; la charge de travail; et l'avertissement de la présence d'un autre aéronef. L'efficacité de la méthode voir et éviter peut être influencée par les limites de ce qui peut être vu et par les autres activités du pilote, comme : la surveillance des instruments; les communications radio; les exercices de formation en vol et les interactions avec un instructeur; la navigation ou les exercices d'approche aux instruments. L'attention du pilote peut ainsi être partiellement distraite de la surveillance visuelle active de la circulation aérienne.

Plusieurs études publiées et rapports d'enquête aéronautique du BST[46] ont abordé les limites et lacunes du principe voir et éviter lorsque les pilotes s'y fient comme seul moyen d'éviter une collision. En 1991, l'Australian Transportation Safety Bureau a préparé un rapport qui donnait [traduction] « un aperçu des principaux facteurs qui limitent l'efficacité [du principe voir et éviter pour prévenir les collisions en vol][47] ». Le résumé du rapport, dont certains détails correspondent aux limites physiologiques connues de l'œil humain, faisait état de ceci [traduction] :

> La charge de travail dans le poste de pilotage et d'autres facteurs réduisent le temps que les pilotes passent à surveiller la circulation aérienne. Toutefois, même quand les pilotes

---

45 Australian Transport Safety Bureau, *Limitations of the See-and-Avoid Principle* (1991), https://www.atsb.gov.au/publications/1991/limit_see_avoid.aspx (dernière consultation le 27 juillet 2018), p. 1.

46 Rapports d'enquête aéronautique A99P0056, A99P0108, A99P0168, A00O0164, A06O0206, A09C0114, A12H0001, A12C0053, A13P0127 et A15W0087 du BST.

47 Australian Transport Safety Bureau, *Limitations of the See-and-Avoid Principle* (1991), https://www.atsb.gov.au/publications/1991/limit_see_avoid.aspx (dernière consultation le 27 juillet 2018), p. vii.

surveillent la circulation aérienne, rien ne garantit qu'ils apercevront les autres aéronefs. Le pare-brise de la plupart des postes de pilotage limite de façon importante le champ visuel du pilote. Le champ visuel est souvent réduit par des obstructions, telles que les montants des fenêtres, qui bloquent complètement certaines parties du champ visuel ou ne permettent de voir que d'un seul œil. Les montants des fenêtres ainsi que les rayures et la saleté sur le pare-brise peuvent créer des « pièges focaux » et amener les pilotes à réduire involontairement la distance de leur champ visuel lorsqu'ils surveillent la circulation aérienne. L'éblouissement direct du soleil et le reflet voilant du pare-brise peuvent effectivement obstruer certaines parties du champ visuel.

Pour assurer la surveillance visuelle, il faut déplacer le regard afin d'amener successivement des parties du champ visuel dans la zone réduite du centre de l'œil où la vision est nette. Cet exercice n'est souvent pas effectué systématiquement et de grandes parties du champ visuel sont ignorées. Une surveillance visuelle complète et systématique n'est toutefois pas la solution, car dans la plupart des cas, il faudrait y consacrer trop de temps.

En raison des limites physiologiques de l'œil humain, même une surveillance visuelle des plus consciencieuses ne permettra pas toujours de repérer d'autres aéronefs. Une partie importante du champ visuel peut être obstruée par la tache aveugle de l'œil; les yeux peuvent focaliser à une distance inappropriée en raison des facteurs d'obstruction décrits précédemment ou de la myopie de l'espace vide, phénomène selon lequel les yeux, en l'absence d'indices visuels, focalisent à une distance fixe d'environ 0,5 mètre. Il est peu probable qu'un objet dont la taille est sous le seuil d'acuité visuelle soit repéré, et encore moins probable qu'il soit reconnu comme un aéronef qui s'approche.

Le champ visuel fonctionnel du pilote se rétrécit dans des situations de stress ou de charge de travail accrue. La vision tubulaire qui en résulte réduit la probabilité de repérer un aéronef qui s'approche dans le champ visuel périphérique.

L'œil humain détecte mieux les cibles mobiles que les cibles stationnaires; toutefois, dans la plupart des cas, un aéronef sur une trajectoire de collision se présente comme une cible stationnaire dans le champ visuel du pilote. Le contraste entre un aéronef et l'arrière-plan peut être réduit de façon importante par des facteurs atmosphériques, même dans des conditions de bonne visibilité.

Souvent, un aéronef qui approche occupera un très petit angle visuel jusqu'à ce qu'il soit tout près d'entrer en collision. De plus, les arrière-plans complexes, tels que le paysage terrestre ou les nuages, créent une « interaction de contour », effet visuel qui réduit la capacité de reconnaître facilement un aéronef. Cela se produit lorsque les contours de l'arrière-plan se confondent avec la forme de l'aéronef pour produire une image moins nette.

Même lorsqu'un aéronef qui approche est repéré, rien ne garantit qu'une manœuvre d'évitement réussira. Reconnaître une menace de collision et réagir prennent beaucoup de temps, et une manœuvre d'évitement inappropriée peut accroître les risques de collision au lieu de les réduire.

En raison de ses nombreuses limites, il ne faut pas s'attendre à ce que le principe voir et éviter joue un rôle important dans les systèmes de contrôle de la circulation aérienne futurs[48].

---

48 Ibid., p. vii à viii.

1.18.1.1 Temps de réaction

La surveillance visuelle active de la circulation aérienne prend du temps. Des recherches ont montré qu'il faut environ 12,5 secondes pour que le pilote moyen aperçoive un objet, le reconnaisse comme étant un aéronef qui s'approche, réalise que l'aéronef est sur une trajectoire de collision, décide vers quel côté virer et exécute un mouvement contrôlé, et pour que l'aéronef réagisse aux sollicitations des commandes de vol[49].

Ainsi, pour que les pilotes aient une bonne chance d'éviter une collision, ils doivent pouvoir repérer un aéronef en conflit au moins 12,5 secondes avant le moment de l'impact. Ce temps de réaction varie en fonction de l'expérience du pilote et peut très bien être supérieur à 12,5 secondes.

1.18.2 Systèmes anticollision embarqués

Quoique le C-GPNP et le C-FGOI étaient tous deux munis de transpondeurs Mode C, ni l'un ni l'autre n'avait de système anticollision embarqué, et la réglementation ne l'exigeait pas.

Il existe des dispositifs d'avertissement de proximité pour aéronefs légers, et leur exploitabilité dépend de la présence d'un transpondeur à bord. Durant son enquête sur une collision en vol survenue en août 2006 près de Caledon (Ontario)[50], le BST s'est dit préoccupé par le risque de collision entre aéronefs volant en mode VFR dans les espaces aériens encombrés.

Comme suite à cet événement, le Bureau a communiqué une préoccupation liée à la sécurité :

> En ce moment, un grand nombre d'aéronefs volant uniquement en VFR ne sont pas équipés de transpondeur mode C, un dispositif permettant d'alerter les pilotes de la présence d'autres aéronefs à proximité. En outre, le manque d'autres moyens technologiques, disponibles et installés, pour alerter les pilotes VFR de la présence d'autres aéronefs accroît le risque d'abordage, notamment dans les espaces aériens très fréquentés. Pour améliorer de façon notable la capacité de voir et d'éviter les autres aéronefs en vol VFR, il faut avoir recours à une méthode matériellement possible et peu coûteuse capable d'alerter les pilotes de la proximité de tout trafic conflictuel.
>
> De récents développements en Europe, notamment en ce qui concerne les transpondeurs SSR [radar secondaire de surveillance] pour l'aviation légère (Light Aviation SSR Transponder ou LAST) qui sont peu coûteux, légers et consomment peu d'énergie, et les systèmes de protection contre les collisions, comme le FLARM, qui sont compatibles avec l'ADS-B (surveillance dépendante automatique en mode diffusion), indiquent que de nouvelles solutions technologiques peuvent permettre d'atteindre ces deux objectifs. Ces nouveaux systèmes offrent des moyens de réduire le risque de collision dans le futur, s'ils sont intégrés dans le cadre de la réglementation, de la navigabilité, de l'espace aérien et de la navigation au Canada, et s'ils reçoivent l'appui de l'aviation générale. [...]
>
> Le Bureau constate avec inquiétude que tant que la mise en œuvre de solutions technologiques comme des systèmes de protection contre les collisions ne sera pas obligatoire, il subsistera un risque important d'abordage entre les aéronefs en vol VFR dans les espaces canadiens très fréquentés et à haute densité de trafic. Le Bureau signale que le risque de collision augmentera du fait que le trafic continue de croître et

---

49 Federal Aviation Administration, Advisory Circular 90-48D : *Pilots' Role in Collision Avoidance* (publiée le 19 avril 2016).

50 Rapport d'enquête aéronautique A06O0206 du BST.

> que l'application du principe voir et éviter constitue le principal moyen de protection. En outre, le Bureau reconnaît que l'innovation technologique offre des solutions potentielles viables et peu coûteuses.
>
> Le Bureau est conscient que Transports Canada doit examiner toutes les solutions possibles pour prendre la meilleure décision concernant la recommandation ou l'adoption obligatoire d'un ou de plusieurs systèmes. Dans ces conditions, le Bureau demande à Transports Canada d'assumer le rôle de chef de file, en collaboration avec l'industrie, pour étudier des solutions technologiques en vue de leur adoption éventuelle à grande échelle.

À la suite de son rapport sur l'événement de Caledon, le Bureau a communiqué une autre préoccupation liée à la sécurité dans son rapport d'enquête aéronautique A12H0001. Il y abordait la nécessité de renforcer le principe voir et éviter par la technologie anticollision. Le BST a de nouveau abordé ce sujet dans son rapport d'enquête aéronautique A15W0087, en affirmant entre autres :

> Cet accident a démontré encore une fois que de se fier uniquement à sa capacité de voir et d'éviter ne suffit pas pour prévenir les collisions entre aéronefs volant en mode VFR dans un espace aérien à forte densité de circulation.
>
> Plusieurs études internationales ont traité en détail de l'efficacité du principe voir et éviter [...]. Toutes ces études reconnaissent les limites physiologiques en jeu et concluent que lorsque des collisions en vol surviennent, l'incapacité de voir et d'éviter est presque toujours attribuable au fait de ne pas avoir été en mesure de voir[51]. Selon une étude, les données suggèrent que le taux relativement bas (mais inacceptable) des collisions en vol des aéronefs de l'aviation générale non équipés d'un système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS) est attribuable autant à l'immensité de l'espace aérien qu'à l'efficacité de la surveillance visuelle[52]. Une étude de la British Royal Air Force sur les collisions en vol, jugées aléatoires, a révélé que la probabilité d'un conflit est proportionnelle au carré de la densité de la circulation et recommande d'éviter les restrictions d'altitude qui ont comme effet de concentrer la circulation[53]. Des mesures comme l'amélioration de la visibilité des aéronefs, des techniques de surveillance visuelle pour les pilotes et de l'information sur la circulation destinée aux pilotes peuvent réduire les risques, mais elles ne compensent pas les limites physiologiques sous-jacentes à l'origine du risque résiduel découlant du principe voir et éviter non appuyé d'alertes.
>
> Avec l'augmentation de la circulation de vols en mode VFR, d'autres mesures de protection doivent être envisagées afin de réduire le risque de collision en vol. Elles pourraient comprendre ce qui suit : changements apportés à la classification des espaces aériens, intervention accrue des services de contrôle de la circulation aérienne (ATC), et dotation de technologies au sol et à bord des aéronefs.

---

51 W. Graham, *See and Avoid/Cockpit Visibility*, FAA Report DOT/FAA/CT-TN89/18 (octobre 1989), cité dans les rapports d'enquête aéronautique A12H0001 et A15W0087 du BST.

52 K. W. Colvin, R. M. Dodhia et R. K. Dismukes, « Is Pilots' Visual Scanning Adequate to Avoid Mid-air Collisions? », Proceedings of the 13th International Symposium on Aviation Psychology, Oklahoma City (2005), p. 104 à 109, cité dans les rapports d'enquête aéronautique A12H0001 et A15W0087 du BST.

53 J. W. Chappelow et A. J. Belyavin, *Random Mid-Air Collisions in the Low Flying System*, Royal Air Force Institute of Aviation Medicine Report 702 (avril 1991), cité dans les rapports d'enquête aéronautique A12H0001 et A15W0087 du BST.

Des changements à la classification des espaces aériens peuvent être apportés afin d'accroître la dotation en services dédiés de l'ATC, y compris l'émission d'avis d'espacement et de circulation aux avions volant en mode VFR dans les espaces aériens très fréquentés. Dans ces cas, la sectorisation des services de l'ATC et la charge de travail des contrôleurs doivent être examinées afin de veiller à ce que les contrôleurs disposent des ressources appropriées pour gérer la circulation aérienne dont ils ont la responsabilité.

Les contrôleurs peuvent recourir aux systèmes d'ATC pour alerter les pilotes des risques de conflit avec d'autres aéronefs. L'efficacité de ces systèmes dépend toutefois du jugement et de la charge de travail des contrôleurs. Le NTSB [National Transportation Safety Board] a déjà fait part de ses préoccupations et a formulé des recommandations pour améliorer l'efficacité de ces systèmes d'alerte de conflit.

Pour améliorer significativement la capacité de voir et d'éviter les autres aéronefs volant en mode VFR, il faudrait peut-être doter les appareils de systèmes capables d'alerter directement les pilotes de la proximité de trafic en conflit. Comme le souligne le présent rapport, plusieurs systèmes d'alerte de bord viables et économiques sont disponibles ou sont en cours d'élaboration. Ces technologies pourraient également réduire les risques de collision en vol[54].

1.18.3 Compétences linguistiques requises pour la délivrance d'une licence

1.18.3.1 Organisation de l'aviation civile internationale

En 1998, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a entrepris d'aborder le problème des compétences linguistiques des pilotes et des contrôleurs aériens. En mars 2003, l'organisme a adopté un ensemble exhaustif de normes et de pratiques recommandées visant à renforcer les exigences de compétences linguistiques des pilotes et des contrôleurs aériens aux activités de nature internationale. En 2008, l'OACI a adopté des normes de compétences linguistiques propres à l'aviation pour s'assurer que les équipages de conduite et les contrôleurs maîtrisent la prononciation et la compréhension des communications aéronautiques par radiotéléphonie en anglais – langue d'usage des communications d'aviation entre aéronefs et contrôleurs partout dans le monde.

Comme l'amélioration de la compréhension langagière réduit le risque de malentendu en aviation, il est essentiel que ceux qui participent aux opérations aériennes aient une compétence linguistique suffisante si l'on veut améliorer la sécurité. Les critères de l'OACI[55] soulignent que, pour assurer un niveau suffisant de maîtrise de la langue, les tests linguistiques doivent être valides (évaluer correctement les compétences) et fiables (évaluer les compétences de façon cohérente). Ces critères recommandent en outre que les compétences linguistiques d'un candidat soient évaluées par au moins 2 évaluateurs – un ayant une expertise opérationnelle, et l'autre étant un spécialiste langagier – pour réduire la possibilité d'erreur de la part des examinateurs et pour s'assurer que le candidat reçoit une évaluation exhaustive[56].

---

54 Rapport d'enquête aéronautique A12H0001 du BST.

55 Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), *Critères d'épreuves linguistiques en vue d'une harmonisation à l'échelle mondiale*, circulaire 318-AN/180 (2009).

56 Ibid., chapitre 2, article 3.2, p. 21.

On recommande dans la mesure du possible de recourir à un 3e évaluateur pour résoudre tout écart entre les évaluations des 2 évaluateurs d'un candidat[57].

En outre, l'OACI recommande que : « Si un fournisseur de services d'évaluation est aussi un fournisseur de formations, il devrait exister une séparation claire et documentée entre ces deux activités [...] afin d'éviter des conflits d'intérêts[58]. »

1.18.3.2 Règlement de l'aviation canadien

En réponse, en 2008, TC a modifié le RAC pour y ajouter une disposition sur les compétences linguistiques[59]. D'après cette disposition, avant qu'une licence soit délivrée, tout nouveau demandeur doit fournir des documents prouvant qu'il a démontré, « au moyen d'une évaluation, son aptitude à parler et à comprendre le français ou l'anglais, ou les deux, au niveau fonctionnel ou expert[60] ».

Les demandeurs dont on évalue les compétences linguistiques comme étant de niveau fonctionnel (le minimum requis pour obtenir une licence) doivent renouveler leur attestation de compétence linguistique tous les 5 ans. Les demandeurs dont on évalue les compétences linguistiques comme étant de niveau expert ne sont pas tenus de renouveler leur attestation de compétence linguistique[61].

1.18.3.3 Vérification des compétences linguistiques pour l'aviation par Transports Canada

La Circulaire d'information nº 400-002 de TC fournissait de l'information et des directives sur les exigences relatives aux compétences linguistiques pour l'aviation[62]. Elle décrivait les exigences du test de compétences linguistiques pour l'aviation (TCLA) auxquelles on doit satisfaire pour recevoir une licence de membre d'équipage de conduite.

Le TCLA évalue les compétences linguistiques d'un demandeur en français, en anglais ou dans les 2 langues. Les licences de membre d'équipage de conduite indiquent la ou les langues que le titulaire maîtrise (anglais, français ou anglais et français), mais non son niveau de compétence. Pour obtenir une licence de membre d'équipage de conduite, les compétences linguistiques du demandeur doivent satisfaire aux exigences du niveau fonctionnel ou supérieur. Par

---

57 Ibid.

58 Organisation de l'aviation civile internationale, Document 9835-AN/453, *Manuel sur la mise en œuvre des spécifications OACI en matière de compétences linguistiques*, deuxième édition (2010), chapitre 6, article 6.3.7.3, p. 6-26.

59 Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, partie IV, sous-partie 1 – Permis, licences et qualifications de membre d'équipage de conduite, article 401.06.

60 Ibid., alinéa 401.06(1.1)b).

61 Transports Canada, Circulaire d'information nº 400-002 : Exigences relatives aux compétences linguistiques pour l'aviation (édition nº 02 : 9 août 2010). Remarque : Cette circulaire d'information était en vigueur au moment de l'événement. Le 20 avril 2018, elle a été annulée et remplacée par la Circulaire d'information nº401-009, L'administration des démonstrations de compétence linguistique pour l'aviation.

62 Ibid.

conséquent, tout demandeur évalué comme étant de niveau inférieur à fonctionnel n'est pas admissible à une licence canadienne de pilote ou de contrôleur, et l'on ne lui en délivrera pas.

Le TCLA est administré par des examinateurs en compétences linguistiques qui sont approuvés et formés par TC. Le test comprend 20 questions auxquelles le candidat doit fournir 20 réponses verbales dans une mise en situation. Pour chacune des questions, l'examinateur évalue la réponse du candidat et assigne une cote de 1 à 6. La cote du candidat correspond à son niveau de compétence linguistique, selon l'échelle établie dans le RAC[63] : expert (cote 6), fonctionnel (cote 4), ou inférieur au niveau fonctionnel (cote inférieure à 4). La cote globale pour chaque réponse correspond à la cote la plus faible pour chaque critère. Pour obtenir le niveau fonctionnel, un candidat doit obtenir une cote d'au moins 4 à 14 des 20 questions. L'examinateur n'est pas tenu d'enregistrer un TCLA et d'en conserver une copie.

TC effectue des vérifications administratives de ses examinateurs approuvés de compétences linguistiques. Toutefois, il ne fait aucune vérification opérationnelle du TCLA (par exemple, en écoutant des échantillons audio pour déterminer si les examinateurs individuels utilisent correctement l'échelle de notation lorsqu'ils évaluent les compétences linguistiques d'un candidat) afin d'assurer la normalisation à l'échelle nationale.

Les candidats qui présentent une demande de permis d'élève-pilote ne sont pas soumis à l'exigence de prouver leurs compétences linguistiques. Ainsi, un élève-pilote n'a pas à prouver qu'il possède un niveau de compétence fonctionnel en anglais avant d'effectuer un vol en solo supervisé. Dans une décision du Tribunal d'appel des transports du Canada[64] concernant le TCLA, le Tribunal a noté que « par souci de sécurité dans l'espace aérien congestionné, on devrait exiger que les élèves-pilotes possèdent au moins le niveau 4 (compétence opérationnelle en anglais) avant de leur permettre de voler en solo[65] ».

Au cours des dernières années au Canada, les unités de formation au pilotage ont constaté une augmentation du nombre d'élèves étrangers qui suivent une formation dans plusieurs endroits au pays. Parallèlement, plusieurs aéroports ont constaté une augmentation du nombre de mouvements d'aéronefs. Cela soulève des questions sur le niveau de compétence acceptable en anglais que les élèves étrangers devraient avoir avant qu'ils soient autorisés à voler en solo.

Lors de la mise en place du programme TCLA, l'objectif était de s'attaquer au problème des pilotes professionnels qui effectuaient des vols internationaux malgré une maîtrise de l'anglais inférieure au niveau fonctionnel. Ce programme ne vise pas les cas où des élèves-pilotes étrangers suivent une formation au pilotage dans une unité de formation canadienne et ne satisfont pas à l'exigence de posséder des compétences linguistiques de niveau fonctionnel en anglais.

---

63 Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, norme 421 : Permis, licences et qualifications des membres d'équipage de conduite, article 421.06.

64 Tribunal d'appel des transports du Canada, *Douglas c. Canada (Ministre des Transports)*, 2017 TATCE 12 (révision), nº de dossier MdT : 5802-259342 (TAR) (audience : 26 janvier 2017; décision : 13 avril 2017).

65 Ibid., paragraphe 55.

1.18.3.4 Programme de formation aux compétences linguistiques de Cargair

Cargair gère depuis plus de 10 ans un programme de formation intégrée en anglais pour élèves-pilotes canadiens et étrangers. L'examinateur autorisé, qui a fait passer le test TCLA aux élèves-pilotes de Cargair ainsi qu'à des élèves-pilotes d'autres unités de formation, occupait également les fonctions de directeur de la formation intégrée et de superviseur de la formation des programmes de licence de pilote privé/pilote professionnel chez Cargair.

Parmi ses responsabilités, le directeur de la formation intégrée et superviseur de la formation doit veiller à la progression de tous les élèves dans leur programme de licence de pilote privé et de pilote professionnel, et à leur présence aux cours de formation au sol. Il doit en outre évaluer la qualité de la formation au sol, actualiser le contenu de la formation au sol, recruter des étudiants pour le programme de formation intégrée avec TC, se conformer aux règles de TC en ce qui a trait à la formation intégrée, et évaluer la préparation des élèves aux examens obligatoires de TC.

L'examinateur autorisé n'intervient pas directement dans les cours d'anglais. Tous les dossiers TCLA sont conservés à part des autres activités de formation au pilotage de Cargair. TC a effectué plusieurs vérifications administratives du programme et des dossiers TCLA de Cargair, et a relevé quelques problèmes administratifs; ils ont été corrigés par la suite. Toutefois, TC ne fait aucune surveillance opérationnelle de l'évaluation des résultats du TCLA.

Comme les élèves-pilotes ne sont pas tenus de réussir le TCLA pour obtenir un permis d'élève-pilote, ils sont autorisés à effectuer des vols en solo dès que Cargair estime qu'ils possèdent un niveau de compétences linguistiques suffisant[66].

1.18.3.5 Contexte opérationnel à l'aéroport Montréal/St-Hubert

Le nombre d'écoles de pilotage qui mènent leurs activités à l'aéroport Montréal/St-Hubert fait accroître la complexité du travail des contrôleurs. En effet, l'espace aérien compte un grand nombre d'élèves-pilotes aux niveaux de compétence variables et dont la langue maternelle est souvent autre que le français ou l'anglais. En général, les contrôleurs de la circulation aérienne sont très attentifs lorsqu'ils communiquent avec des élèves-pilotes. Lorsque les contrôleurs savent qu'un aéronef est piloté par un élève étranger aux compétences linguistiques limitées en anglais, ils doivent redoubler d'attention, et leur charge de travail en est alourdie.

Pour éviter de devoir répéter les instructions ou autorisations, les contrôleurs emploient généralement une phraséologie courante et standard que connaissent les élèves-pilotes. Cependant, lorsqu'ils doivent communiquer une instruction ou une autorisation complexe, la répétition devient nécessaire. Cela accroît à la fois la charge de travail des contrôleurs et l'encombrement sur la fréquence de transmission.

En cas d'événement à déclaration obligatoire[67], l'ATC peut immédiatement communiquer avec le pilote en cause, joindre la compagnie, faire un suivi si possible avec le pilote après l'incident, déclarer formellement l'incident, et mener une enquête. Dans le cas d'un incident qui n'a pas à

---

66 La formation au sol et la formation en vol ne sont offertes qu'en anglais. Il s'agit donc d'une évaluation non officielle qui est fondée sur les interactions quotidiennes du chef instructeur de vol, des instructeurs de formation au sol et des instructeurs de vol avec un élève.

67 NAV CANADA, *Procédures de rapport d'événement d'aviation*, version 6 (5 mai 2017).

être déclaré, l'ATC peut communiquer avec le pilote en cause et faire un suivi après l'incident, si possible. Occasionnellement, l'ATC fait un suivi directement avec la compagnie en cause. On n'avait signalé aucun incident qui mettait en cause le pilote du C-GPNP ou l'élève-pilote du C-FGOI.

1.18.4 Normes de test en vol de Transports Canada

Transports Canada publie divers guides de test en vol pour aider les élèves à se préparer en vue de leurs tests en vol, notamment des guides sur la licence de pilote professionnel et sur la licence de pilote privé. Ces guides établissent :

> les critères en matière de techniques, de procédures et de notations à utiliser par les inspecteurs de l'Aviation civile de Transports Canada ainsi que par les pilotes-examinateurs désignés ayant à diriger les tests en vol servant à démontrer l'atteinte des niveaux de compétence requis pour la délivrance de [la licence applicable][68,69].

Les guides décrivent les exercices qui seront réalisés et dressent la liste des critères de performance sur lesquels s'appuiera l'évaluation. Un critère qui est habituellement utilisé par les examinateurs est la capacité des candidats à maintenir leur altitude à plus ou moins 100 pieds de l'altitude assignée.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

---

68 Transports Canada, TP 13723, *Guide de test en vol, Licence de pilote privé – avion*, quatrième édition (avril 2016).

69 Transports Canada, TP 13462, *Guide de test en vol, Licence de pilote professionnel – avion*, quatrième édition (avril 2016), p. i.

2.0 ANALYSE

Le pilote et l'élève-pilote en cause dans l'événement à l'étude possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour leurs vols respectifs, conformément à la réglementation. Rien n'indique que des facteurs physiologiques comme la fatigue aient nui à leur performance. Le contrôleur aérien possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer les tâches de contrôleur tour 1 et tour 2, conformément à la réglementation. Rien n'indique que la fatigue ou d'autres facteurs physiologiques aient nui à sa performance. Les 2 aéronefs à l'étude étaient en état de service, et les conditions météorologiques qui prévalaient étaient propices au vol selon les règles de vol à vue (VFR).

L'analyse portera sur les raisons qui ont mené à la collision entre ces 2 aéronefs alors qu'ils volaient en mode VFR dans un espace aérien contrôlé, malgré les appels répétés du contrôleur au C-GPNP pour avertir le pilote que sa trajectoire convergeait avec celle du C-FGOI. Le rôle du contrôle de la circulation aérienne (ATC), l'incidence des communications et des compétences linguistiques d'aviation, les limites du principe voir et éviter, et la disponibilité de systèmes anticollision embarqués seront également abordés.

2.1 Collision entre le C-GPNP et le C-FGOI

L'analyse des dommages aux aéronefs a indiqué que le C-FGOI était en montée au moment de la collision. Les assiettes relatives des 2 aéronefs laissent croire que lorsque le pilote du C-GPNP s'est rendu compte de l'imminence d'une collision avec le C-FGOI qui approchait sur sa gauche, il a viré vers la droite pour essayer de l'éviter.

L'ATC avait transmis une restriction d'altitude aux 2 aéronefs : le C-GPNP avait reçu l'instruction de maintenir une altitude « pas plus bas que 1600 pieds », et le C-FGOI, de maintenir une altitude « pas plus haut que 1100 pieds ». Toutefois, l'élève-pilote aux commandes du C-FGOI a excédé de 400 pieds sa restriction d'altitude de 1100 pieds et a percuté le C-GPNP par dessous. Les 2 aéronefs sont entrés en collision à une altitude d'environ 1500 pieds; cette collision a causé d'importants dommages aux 2 aéronefs, à tel point qu'ils étaient impossibles à maîtriser.

L'examen du système de radiocommunication du C-GPNP a établi qu'il fallait appuyer 2 fois sur le bouton de microphone (PTT) du côté du pilote (gauche) pour placer la radio en mode transmission, et que le déplacement du volant de commande causait des coupures dans les transmissions. On a établi que des épissures de fils préexistantes situées tout juste devant le volant de commande étaient à l'origine.

Un examen plus approfondi a révélé une rupture dans un fil à l'intérieur du cordon rétractable du PTT du pilote. On a également déterminé que le dispositif de soutien des épissures de fils et des fils adjacents était inadéquat pour leur emplacement et leur utilisation prévue, et qu'il avait probablement contribué au bris. Un fil brisé a fait que le signal de commutation du PTT du système de radiocommunication du C-GPNP était transmis de façon intermittente avant l'entrée dans la zone de contrôle et immédiatement avant la collision.

La charge de travail dans le poste de pilotage et d'autres facteurs peuvent réduire le temps que passent les pilotes à surveiller activement la circulation aérienne. Le pilote du C-GPNP a dû composer avec l'intermittence des transmissions radio avant la collision. Lorsqu'il a compris que le contrôleur aérien n'entendait pas ses réponses aux appels répétés à propos de la

proximité du C-FGOI, le pilote du C-GPNP a essayé de corriger le problème de radiocommunication de l'aéronef. Le pilote du C-GPNP était distrait par le diagnostic de la panne de radiocommunication; il a par inadvertance permis à son aéronef de descendre de 100 pieds sous la restriction d'altitude de 1600 pieds.

Son attention étant concentrée à l'intérieur du poste de pilotage, le pilote du C-GPNP n'a pas aperçu le C-FGOI à temps pour éviter la collision.

2.2 Espace aérien de Saint-Hubert

L'espace aérien autour de l'aéroport Montréal/St-Hubert (CYHU) est complexe, en grande partie à cause de la diversité des opérations qui se déroulent à cet aéroport. La présence de 4 écoles de pilotage complexifie la charge de travail des contrôleurs aériens, étant donné les divers niveaux de compétences de vol et de compétences linguistiques des élèves-pilotes. L'ensemble hétéroclite de circulation VFR et selon les règles de vol aux instruments, d'aéronefs petits et grands, et d'opérations militaires et civiles dans la zone de contrôle de CYHU, ne fait qu'accroître la densité et la complexité du trafic.

Selon l'évaluation des compétences linguistiques en anglais du pilote et de l'élève-pilote, celles-ci étaient jugées fonctionnelles; lorsque les pilotes n'ont que le niveau minimum requis de compétences linguistiques, il peut se produire un accroissement de la charge de travail du contrôleur de la circulation aérienne du fait que les instructions et autorisations doivent être répétées ou peuvent être mal comprises. Une telle situation peut également mener à un encombrement de la fréquence de transmission. Si les pilotes ont seulement la compétence minimum requise dans la langue de communication avec l'ATC, il y a un plus grand risque de malentendu entre les pilotes et les contrôleurs et d'une mauvaise compréhension de renseignements cruciaux.

On assigne aux aéronefs qui décollent de CYHU une altitude qui ne peut pas dépasser soit 1100 pieds, soit 2000 pieds, selon les arrivées attendues d'autres aéronefs. Étant donné le plafond de 2000 pieds de la zone de contrôle de CYHU, lorsque des arrivées sont attendues, les contrôleurs assignent habituellement 1 de 3 altitudes aux aéronefs : 600 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL) pour les hélicoptères, 1100 pieds ASL pour les aéronefs qui quittent le circuit, et 1600 pieds ASL pour les aéronefs qui entrent dans le circuit. Le recours à ces altitudes garantit un espacement vertical de 500 pieds entre les aéronefs au cas où une résolution de conflit serait nécessaire. Les aéronefs en rapprochement et en partance doivent suivre les routes VFR indiquées sur les cartes de procédures terminales VFR. Ainsi, des pilotes débutants volant en mode VFR convergent avec un espacement d'altitude de 500 pieds.

Si la configuration de l'espace aérien est basée sur un espacement vertical limité entre des trajectoires convergentes dans un espace aérien encombré, principalement occupé par des pilotes aux compétences de vol et compétences linguistiques variables, il y a un risque accru de conflits de circulation aérienne.

2.3 Tour de St-Hubert

2.3.1 Effectif et charge de travail

Le jour de l'événement, la complexité de la charge de travail du contrôleur tour 1 et tour 2 s'est considérablement accrue à mesure qu'augmentait le nombre de départs et d'arrivées.

À partir du moment où le C-FGOI a demandé l'autorisation de décoller, à 12 h 34 min 35 s, jusqu'au moment de la collision, vers 12 h 38 min 10 s, il y a eu 45 transmissions sur la fréquence tour. De celles-ci, 23 provenaient du contrôleur; le reste provenait des nombreux aéronefs sous sa responsabilité.

Le contrôleur avait 2 options pour alléger la charge de travail croissante : ouvrir le poste de coordonnateur ou ouvrir le poste de contrôleur tour 2.

D'après le manuel d'exploitation d'unité de la tour de contrôle de St-Hubert, un contrôleur doit être présent dans la tour et prêt à occuper le poste de coordonnateur dans les circonstances suivantes :

- lorsqu'un 3e aéronef entre dans la file pour effectuer des circuits;
- au besoin, selon la densité du trafic;
- lorsque le contrôleur tour 1 ou le coordonnateur le juge nécessaire.

Toutefois, le manuel ne donne aucune directive précise quant aux conditions dans lesquelles la densité du trafic exige d'ouvrir le poste de coordonnateur ou de contrôleur tour 2. Cette décision est à la seule discrétion du contrôleur. Or, dans une situation de charge de travail élevée, le contrôleur pourrait être mal placé pour déterminer s'il a atteint la limite du volume de circulation aérienne qu'il peut contrôler efficacement et de façon sécuritaire.

Si les manuels d'exploitation d'unité des tours de contrôle ne contiennent aucune directive précise sur l'effectif et la charge de travail, la charge de travail des contrôleurs dans des situations de circulation aérienne dense pourrait dépasser la capacité de l'effectif, ce qui augmenterait le risque d'un contrôle inefficace de la circulation aérienne.

2.3.2 Communication de contrôle de la circulation aérienne

Conformément au *Manuel des services de la circulation aérienne* de NAV CANADA, il incombe aux contrôleurs aériens de cerner et de corriger « toute erreur dans une relecture, une autorisation ou une instruction[70] ». Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)[71] stipule que lorsqu'un contrôleur aérien transmet une instruction, les pilotes doivent en accuser réception et s'y conformer, à moins qu'une manœuvre d'évitement de collision ne soit nécessaire.

Dans son autorisation de décollage, l'ATC a transmis au C-FGOI une restriction d'altitude « pas plus haut que » 1100 pieds ASL. Dans la relecture, on entend l'élève-pilote dire [traduction] « pas plus haut que mille », avant que le contrôleur n'interrompe le reste de la répétition par une autre transmission. L'élève-pilote aux commandes du C-FGOI a d'abord maintenu une

---

70 NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne – Tour* (31 août 2016), p. 64.

71 Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, partie VI, sous-partie 2 – Règles d'utilisation et de vol, article 602.31.

altitude de 1100 pieds, mais l'enquête n'a pas permis de déterminer les raisons pour lesquelles il avait grimpé au-delà de 1100 pieds.

Si les contrôleurs aériens n'accordent pas suffisamment de temps pour écouter la relecture complète des instructions, il y a un risque que des erreurs de relecture des pilotes passent inaperçues et qu'elles ne soient pas corrigées.

2.3.3 Renseignements sur la circulation aérienne

Si un contrôleur détermine qu'il y a possibilité de conflit entre 2 ou plusieurs aéronefs, il doit, si nécessaire, transmettre une autorisation, une instruction ou des renseignements pour aider un aéronef à établir le contact visuel avec l'aéronef en conflit ou l'éviter, à moins qu'une priorité plus élevée ne l'en empêche.

Dans l'événement à l'étude, le contrôleur a transmis à 2 reprises (à 12 h 37 min 36 s et à 12 h 37 min 47 s) un avis de circulation au C-GPNP concernant un conflit potentiel avec le C-FGOI, donnant chaque fois instruction au pilote de maintenir une altitude de 1600 pieds. Ces appels étaient conformes aux procédures normales. En effet, les contrôleurs transmettent souvent des rappels aux pilotes à propos des restrictions d'altitude dans l'environnement dense de CYHU. Étant donné que le C-FGOI se trouvait en palier à une altitude de 1100 pieds et que le C-GPNP se trouvait à 1800 pieds, au-dessus de sa restriction d'altitude de 1600 pieds, il était raisonnable de conclure que le C-GPNP terminerait sa descente à 1600 pieds. Le C-GPNP est donc devenu une priorité pour le contrôleur. Au moment où la montée du C-FGOI est devenue évidente, il ne restait plus que 10 secondes avant l'impact. N'ayant obtenu aucune réponse du C-GPNP, le contrôleur a effectué un troisième et un quatrième appel, à 12 h 38 min 04 s et à 12 h 38 min 14 s.

L'élève-pilote du C-FGOI n'a reçu aucun avis de circulation concernant la position et l'altitude du C-GPNP. L'enquête a permis de déterminer que la transmission d'un avis de circulation au C-FGOI était la priorité suivante du contrôleur; toutefois, la collision s'est produite avant qu'il y arrive. Si tous les pilotes concernés ne reçoivent pas les renseignements sur des aéronefs en conflit, il y a un risque accru que le recours au principe voir et éviter ne soit pas optimisé.

2.4 Compétences linguistiques pour l'aviation

2.4.1 Vérification des compétences linguistiques par Transports Canada

Dans le cadre de leur formation pour obtenir une licence de pilote privé, les élèves-pilotes doivent effectuer des vols d'entraînement en solo. À l'heure actuelle, ni le RAC ni le test de compétences linguistiques pour l'aviation (TCLA) de Transports Canada (TC) n'exige des élèves-pilotes qu'ils fassent preuve de compétences linguistiques de niveau fonctionnel pour obtenir un permis d'élève-pilote et pour être autorisés à effectuer des vols en solo.

Le chef-instructeur de vol d'une unité de formation au pilotage doit s'assurer que tous les vols en solo sont correctement autorisés; toutefois, il n'y a aucune exigence particulière concernant les compétences linguistiques. Par conséquent, il est possible qu'une unité de formation au pilotage permette à des élèves-pilotes aux connaissances limitées de l'anglais d'effectuer des vols en solo avant qu'ils atteignent un niveau de compétence linguistique fonctionnel d'après le TCLA. Comme une décision du Tribunal d'appel des transports du Canada concernant le TCLA

l'a souligné, « par souci de sécurité dans l'espace aérien congestionné, on devrait exiger que les élèves-pilotes possèdent au moins le niveau 4 (compétence opérationnelle en anglais) avant de leur permettre de voler en solo[72] ».

Le TCLA est conçu pour évaluer les compétences linguistiques d'après une échelle établie dans le RAC. Si les unités de formation au pilotage ont recours à d'autres mesures d'évaluation des compétences linguistiques des élèves avant d'autoriser les vols d'entraînement en solo, les élèves-pilotes pourraient ne pas satisfaire aux exigences du TCLA. Si des élèves-pilotes sont autorisés à effectuer des vols en solo avant qu'ils aient démontré des compétences linguistiques de niveau fonctionnel selon l'échelle de compétences établie par le RAC, il y a un risque accru de malentendu.

2.4.2 Surveillance du test de compétences linguistiques

Les examinateurs autorisés de TC ne sont pas tenus d'enregistrer les TCLA, et TC n'assiste pas au test pour en observer le déroulement. Ainsi, TC n'effectue aucune surveillance opérationnelle pour vérifier la bonne application de l'échelle de compétences linguistiques établie par le RAC. L'enquête a permis de déterminer que la surveillance réglementaire du programme TCLA se limite à des vérifications administratives, par lesquelles les agents chargés de délivrer des licences s'assurent que la documentation fournie par les examinateurs autorisés respecte les directives établies par le manuel de l'examinateur.

En raison de la surveillance réglementaire limitée, il est impossible de déterminer si, et dans quelle mesure, les examinateurs autorisés font passer le TCLA de manière à en assurer la validité, la fiabilité et la normalisation à l'échelle nationale. Si TC n'effectue qu'une surveillance limitée du test de compétences linguistiques, il y a un risque que les examinateurs autorisés n'appliquent pas l'échelle de compétences linguistiques établie par le RAC tel que prévu afin de s'assurer que les candidats font preuve de la capacité voulue de s'exprimer et de comprendre au niveau soit fonctionnel, soit expert.

2.4.3 Fournisseur de services de tests de compétences linguistiques

L'examinateur autorisé qui faisait passer le test TCLA aux élèves-pilotes de Cargair exerçait également les fonctions de directeur de la formation intégrée et de superviseur de la formation des programmes de licence de pilote privé/pilote professionnel chez Cargair.

Dans sa documentation sur cette question, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) souligne que les évaluations des compétences linguistiques dépendent du jugement subjectif des évaluateurs. Comme mesure d'atténuation, l'OACI recommande que ces évaluations soient effectuées par au moins 2 examinateurs, et qu'un 3e examinateur soit consulté en cas de désaccord entre leurs 2 scores.

De plus, l'OACI reconnaît la possibilité de conflit d'intérêts lorsqu'un fournisseur de services de test de compétences linguistiques agit également comme fournisseur de formation au pilotage. Le problème n'est pas qu'une unité de formation au pilotage puisse avoir un programme de formation linguistique intégré dans un programme de formation au pilotage. La question est

---

72 Tribunal d'appel des transports du Canada, *Douglas c. Canada (Ministre des Transports)*, 2017 TATCE 12 (révision), nº de dossier MdT : 5802-259342 (TAR) (audience : 26 janvier 2017; décision : 13 avril 2017), paragraphe 55.

plutôt de savoir si les tests de compétences linguistiques peuvent être menés objectivement, sans conflit d'intérêts réel ou perçu de la part de l'examinateur autorisé. Il est souhaitable de retenir un examinateur autorisé qui ne fait pas partie d'une unité de formation au pilotage pour faire passer les tests de compétences linguistiques. Sans séparation claire entre un fournisseur de services de test de compétences linguistiques et un fournisseur de formation au pilotage, il pourrait y avoir un conflit d'intérêts réel ou perçu.

2.4.4 Données de vol

Les données du vol à l'étude indiquaient qu'après le départ, l'élève-pilote du C-FGOI avait reçu une restriction d'altitude [traduction] « pas plus haut que 1100 pieds ». Cette restriction était différente de celle dans les données de vol historiques; en effet, par le passé, l'élève-pilote avait reçu la restriction « pas plus haut que 2000 pieds ». Après le départ du C-FGOI, les données radar ont montré que l'aéronef a d'abord maintenu son altitude assignée de pas plus haut que 1100 pieds pendant un peu plus de 1 minute; il a ensuite commencé à monter, juste après la 2e tentative du contrôleur pour transmettre des renseignements sur la circulation au C-GPNP.

Les données de vol historiques ont également révélé qu'à 2 occasions, lorsqu'il a reçu la restriction d'altitude « pas plus bas » de l'ATC, l'élève-pilote du C-FGOI l'avait incorrectement répétée en disant « pas plus haut ». L'ATC l'avait alors corrigé, et l'élève-pilote avait ensuite correctement répété l'instruction. Cette restriction d'altitude faisait partie d'une autorisation ATC standard transmise à tous les aéronefs qui rentrent à l'aéroport en provenance de la zone d'entraînement.

De plus, l'analyse des données de vol historiques de l'élève-pilote du C-FGOI a révélé que ce dernier avait parfois de la difficulté à mettre l'aéronef en palier et à maintenir une altitude constante, et qu'il s'était écarté des autorisations de l'ATC lors de vols en solo précédents.

On n'a pas pu déterminer pourquoi l'élève-pilote du C-FGOI est monté après avoir mis l'aéronef en palier à l'altitude assignée.

2.5 Le principe voir et éviter

2.5.1 Le principe voir et éviter alerté

Une autorisation de l'ATC de circuler dans un espace aérien de classe C ne dispense pas le pilote de sa responsabilité d'éviter d'autres aéronefs. Tout pilote d'aéronef doit demeurer vigilant afin de voir et d'éviter les autres aéronefs. Les pilotes peuvent participer à l'évitement des collisions en étant alertes et en surveillant leur environnement, tout particulièrement à proximité des aéroports.

Dans l'espace aérien de classe C, l'ATC peut fournir aux pilotes des renseignements sur la circulation pour prévenir les collisions; toutefois, pour les vols en mode VFR, le principe voir et éviter demeure la règle de base. L'ATC ne fournit aux pilotes que les renseignements connus du contrôleur; ces renseignements ne constituent pas une confirmation de dégagement par rapport à d'autres aéronefs. Si les pilotes qui effectuent des vols VFR se fient uniquement aux renseignements fournis par les contrôleurs aériens pour éviter d'autres aéronefs, il y a un risque accru de collision dans l'espace aérien contrôlé.

2.5.2 Temps de réaction

Des études ont établi que pour avoir une bonne chance d'éviter une collision, les pilotes doivent repérer un aéronef en conflit au moins 12,5 secondes avant que ne surviendrait un impact. Ce temps de réaction varie en fonction de l'expérience du pilote et peut très bien être supérieur à 12,5 secondes. Lorsque le pilote du C-GPNP s'est rendu compte de l'imminence d'une collision avec le C-FGOI, il était trop tard pour l'éviter. On n'a pas pu déterminer si l'élève-pilote du C-FGOI a réalisé sa proximité du C-GPNP et le fait que les trajectoires des aéronefs convergeaient.

2.5.3 Limites du principe voir et éviter

Plusieurs études publiées et rapports d'enquête aéronautique du BST ont abordé les limites et lacunes du principe voir et éviter lorsque l'on s'y fie comme seul moyen d'éviter une collision.

Dans l'événement à l'étude, les 2 aéronefs volaient en mode VFR dans un espace aérien contrôlé. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'a aperçu l'autre aéronef à temps pour éviter une collision en vol, en partie à cause des limites inhérentes au principe voir et éviter.

Cet accident a montré qu'étant donné ses limites, le principe voir et éviter ne doit pas être le seul un moyen utilisé pour prévenir les collisions d'aéronefs qui volent en mode VFR.

2.6 Systèmes anticollision embarqués

Ni l'un ni l'autre des aéronefs n'était équipé d'un quelconque système anticollision embarqué (ACAS), et la réglementation ne l'exigeait pas. Comme il en a été question ci-dessus, le principe voir et éviter comporte des limites intrinsèques en tant que principale méthode de maintien d'espacement entre aéronefs. Un système anticollision embarqué fournit aux pilotes des renseignements additionnels pour accroître leur conscience d'aéronefs à proximité et ainsi réduire les risques de collision en vol.

Comme l'a établi le BST dans des rapports précédents[73], plusieurs systèmes d'alerte de bord viables et économiques sont disponibles ou en voie de développement. Ces technologies pourraient considérablement réduire les risques de collision en vol.

---

73 Rapports d'enquête aéronautique A06O0206, A12H0001 et A15W0087 du BST.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'élève-pilote aux commandes du C-FGOI a excédé de 400 pieds sa restriction d'altitude de 1100 pieds et a percuté le C-GPNP par dessous.

2. Les 2 aéronefs sont entrés en collision à une altitude d'environ 1500 pieds; cette collision a causé d'importants dommages aux 2 aéronefs, à tel point qu'ils étaient impossibles à maîtriser.

3. Un fil brisé a fait que le signal de commutation du bouton de microphone du système de radiocommunication du C-GPNP était transmis de façon intermittente avant l'entrée dans la zone de contrôle et immédiatement avant la collision.

4. Le pilote du C-GPNP était distrait par le diagnostic de la panne de radiocommunication; il a par inadvertance permis à son aéronef de descendre de 100 pieds sous la restriction d'altitude de 1600 pieds.

5. Son attention étant concentrée à l'intérieur du poste de pilotage, le pilote du C-GPNP n'a pas aperçu le C-FGOI à temps pour éviter la collision.

6. On n'a pas pu déterminer pourquoi l'élève-pilote du C-FGOI est monté après avoir mis l'aéronef en palier à l'altitude assignée.

7. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'a aperçu l'autre aéronef à temps pour éviter une collision en vol, en partie à cause des limites inhérentes au principe voir et éviter.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Si les pilotes ont seulement la compétence minimum requise dans la langue de communication avec le contrôle de la circulation aérienne, il y a un plus grand risque de malentendu entre les pilotes et les contrôleurs et d'une mauvaise compréhension de renseignements cruciaux.

2. Si la configuration de l'espace aérien est basée sur un espacement vertical limité entre des trajectoires convergentes dans un espace aérien encombré, principalement occupé par des pilotes aux compétences de vol et compétences linguistiques variables, il y a un risque accru de conflits de circulation aérienne.

3. Si les manuels d'exploitation d'unité des tours de contrôle ne contiennent aucune directive précise sur l'effectif et la charge de travail, la charge de travail des contrôleurs dans des situations de circulation aérienne dense pourrait dépasser la capacité de l'effectif, ce qui augmenterait le risque d'un contrôle inefficace de la circulation aérienne.

4. Si les contrôleurs aériens n'accordent pas suffisamment de temps pour écouter la relecture complète des instructions, il y a un risque que des erreurs de relecture des pilotes passent inaperçues et qu'elles ne soient pas corrigées.

5. Si tous les pilotes concernés ne reçoivent pas les renseignements sur des aéronefs en conflit, il y a un risque accru que le recours au principe voir et éviter ne soit pas optimisé.

6. Si des élèves-pilotes sont autorisés à effectuer des vols en solo avant qu'ils aient démontré des compétences linguistiques de niveau fonctionnel selon l'échelle de compétences établie par le *Règlement de l'aviation canadien*, il y a un risque accru de malentendu.

7. Si Transports Canada n'effectue qu'une surveillance limitée du test de compétences linguistiques, il y a un risque que les examinateurs autorisés n'appliquent pas l'échelle de compétences linguistiques établie par le *Règlement de l'aviation canadien* tel que prévu afin de s'assurer que les candidats font preuve de la capacité voulue de s'exprimer et de comprendre au niveau soit fonctionnel, soit expert.

8. Si les pilotes qui effectuent des vols selon les règles de vol à vue se fient uniquement aux renseignements fournis par les contrôleurs aériens pour éviter d'autres aéronefs, il y a un risque accru de collision dans l'espace aérien contrôlé.

3.3 Autres faits établis

1. Sans séparation claire entre un fournisseur de services de test de compétences linguistiques et un fournisseur de formation au pilotage, il pourrait y avoir un conflit d'intérêts réel ou perçu.

2. Étant donné ses limites, le principe voir et éviter ne doit pas être le seul moyen utilisé pour prévenir les collisions d'aéronefs qui volent selon les règles de vol à vue.

3. Comme l'a établi le BST dans des rapports précédents, plusieurs systèmes d'alerte de bord viables et économiques sont disponibles ou en voie de développement. Ces technologies pourraient considérablement réduire les risques de collision en vol.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Transports Canada

En juin 2017, Transports Canada a émis une Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) qui faisait ressortir « les risques associés à l'envoi en vol solo des élèves pilotes n'ayant pas encore démontré un niveau fonctionnel au moyen d'un test de compétences linguistiques pour l'aviation[74] ». Cette ASAC indiquait entre autres que :

> Certaines unités de formation au pilotage qui utilisent les vols de formation comme moyen d'acquérir un niveau fonctionnel de compétences linguistiques reportent le test de compétences linguistiques à la fin de la formation et envoient en vol solo des élèves pilotes qui n'ont pas encore atteint un niveau fonctionnel de compétences linguistiques.
>
> Il y a eu plusieurs cas où des élèves pilotes qui n'avaient pas un niveau fonctionnel de compétences linguistiques ont mal compris des instructions, ont causé des répétitions inutiles de communication, ont été incapables de donner des rapports de position précis, ont été incapables de répondre ou de comprendre des rapports de circulation en conflit.
>
> Un niveau inadéquat de compétences linguistiques a pour résultat une charge de travail additionnelle pour les contrôleurs de la circulation aérienne et augmente les risques associés à une diminution de la perception de la situation[75].

Cette ASAC recommandait également « que les unités de formation au pilotage s'assurent que les élèves pilotes ont reçu un niveau fonctionnel de compétences linguistiques conformément à l'échelle de compétence linguistique figurant [...] [aux] normes des licences du personnel avant leur premier vol solo[76]. »

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 9 août 2018. Le rapport a été officiellement publié le 5 septembre 2018.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les

---

74 Transports Canada, Alerte à la sécurité de l'Aviation civile 2017-04, *Niveau fonctionnel de compétences linguistiques avant de se livrer à des communications radiotéléphoniques* (23 juin 2017), https://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/opssvs/servicesdegestion-centredereference-2250.html (dernière consultation le 8 août 2018). Remarque : Cette ASAC a été annulée et remplacée par l'ASAC nº 2017-08, Niveau fonctionnel de compétences linguistiques avant de se livrer à des communications radiotéléphoniques (8 décembre 2017), que l'on peut consulter à l'adresse https://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/opssvs/asac-2107-08.html (dernière consultation le 8 août 2018).

75 Ibid.

76 Ibid.

mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

ANNEXES

Annexe A – Échelle de compétence linguistique : Niveaux expert, fonctionnel et inférieur au niveau fonctionnel

Le tableau suivant figure dans la Norme 421 : Permis, licences et qualifications des membres d'équipage de conduite du *Règlement de l'aviation canadien* :

Niveau	Prononciation	Structure	Vocabulaire	Aisance	Compréhension	Interaction
Niveau expert correspond à des compétences plus élevées que la norme minimale requise	La prononciation, l'accent tonique, le rythme et l'intonation sont influencés par la langue première ou par une variante régionale, mais ne nuisent [presque] jamais à la facilité de compréhension.	Les structures grammaticales et phrastiques de base ainsi que les structures complexes sont toujours bien maîtrisées.	Répertoire lexical suffisamment riche et précis pour s'exprimer efficacement sur un grand nombre de sujets familiers ou peu connus. Le vocabulaire est idiomatique, nuancé et adapté au registre.	Peut parler longuement de façon naturelle et sans effort. Varie le débit pour obtenir un effet stylistique, par exemple pour insister sur un point. Utilise correctement les marqueurs et les connecteurs du discours.	Comprend toujours bien dans presque tous les contextes et saisit les subtilités linguistiques et culturelles.	Interagit avec aisance dans presque toutes les situations. Saisit les indices verbaux et non verbaux et y répond adéquatement.
Niveau fonctionnel correspond au niveau minimal de compétences en matière de communications radiotéléphoniques	La prononciation, l'accent tonique, le rythme et l'intonation sont influencés par la langue première ou par une variante régionale, mais ne nuisent que quelquefois à la facilité de compréhension.	Les structures grammaticales et phrastiques de base sont utilisées de façon créative et sont habituellement bien maîtrisées. Des erreurs peuvent se produire particulièrement dans des situations inhabituelles ou imprévues mais elles altèrent rarement le sens de l'information.	Répertoire lexical généralement assez riche et précis pour s'exprimer efficacement sur des sujets courants, concrets ou professionnels. Peut souvent utiliser des paraphrases dans des situations inhabituelles ou imprévues pour combler les lacunes lexicales.	Peut parler relativement longtemps avec un débit approprié. Peut parfois perdre la fluidité d'expression en passant des formules apprises à l'interaction spontanée, mais sans nuire à l'efficacité de la communication. Peut utiliser les marqueurs et les connecteurs de façon limitée. Les mots de remplissage ne distraient pas l'attention.	Comprend bien la plupart des énoncés portant sur des sujets courants, concrets ou professionnels lorsque l'accent ou le parler utilisés sont suffisamment intelligibles pour une communauté internationale d'usagers. Devant une difficulté linguistique, une complication ou un événement imprévu, peut comprendre plus lentement ou avoir à demander des éclaircissements.	Les réponses sont habituellement immédiates, appropriées et informatives. Amorce et soutient une conversation même dans des situations imprévues. Réagit correctement lorsqu'il semble y avoir un malentendu en vérifiant, en confirmant ou en clarifiant l'information.

Niveau	Prononciation	Structure	Vocabulaire	Aisance	Compréhension	Interaction
Niveau inférieur au niveau fonctionnel décrit un niveau où les compétences sont inférieures au niveau exigé	La prononciation, l'accent tonique, le rythme et l'intonation sont influencés par la langue première ou par une variante régionale et nuisent fréquemment à la facilité de compréhension.	Les structures grammaticales et phrastiques de base associées à des situations prévisibles ne sont pas toujours bien maîtrisées. Les erreurs altèrent fréquemment le sens de l'information.	Répertoire lexical souvent assez riche et précis pour s'exprimer efficacement sur des sujets courants, concrets ou professionnels mais le vocabulaire est limité et le choix de mots est souvent mal adapté à la situation. Souvent incapable d'utiliser des paraphrases pour combler les lacunes lexicales.	Peut parler relativement longtemps mais la formulation et les pauses sont souvent inappropriées. Les hésitations et la lenteur de traitement de langage peuvent entraver l'efficacité de la communication. Les mots de remplissage distraient parfois l'attention.	Comprend souvent bien les énoncés portant sur des sujets courants, concrets ou professionnels, lorsque l'accent ou le parler utilisé sont suffisamment intelligibles pour une communauté internationale d'usagers. Peut avoir des problèmes de compréhension devant une difficulté linguistique, une complication ou un événement imprévu.	Peut amorcer et soutenir une conversation avec une relative aisance sur des sujets familiers ou dans des situations prévisibles. Réagit généralement de façon inappropriée dans des situations imprévues.

La note suivante figure sous le tableau (soulignée dans l'original) :

Note d'information

La licence contiendra une note soulignant la compétence linguistique de l'anglais, du français ou de l'anglais et du français. Toutefois, le niveau de compétence ne sera pas indiqué.

(modifié 2008/04/17)[77]

77 Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, norme 421, section I – Généralités, paragraphe 421.06(4) : Échelle de compétence linguistique.